



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN.

TÍTULO

**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A
PARTIR DE BIOMASA DE CERDOS EN LA “QUINTA CAMPO AMOR”
UBICADA EN LA CIUDAD DE LA PAZ CENTRO, DEPARTAMENTO DE LEON.**

Carrera:

Ingeniería Eléctrica.

Autores:

carnet:

Br. Tomás Orlando Saravia Méndez. 2009-29513.

Br. Álvaro Antonio García Saravia. 2009-29208.

Tutor:

Ing. Ramiro Arcia Lacayo.

Managua, Nicaragua.

DEDICATORIA

De manera muy especial a:

- **Dios:** por darnos la oportunidad de alcanzar este gran sueño y bendecirnos siempre con su infinita bondad y amor.

- **Nuestros padres:** por guiarnos y apoyarnos incondicionalmente desde el inicio de nuestras vidas, contribuyendo en gran manera a nuestra preparación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**: por brindarnos fortaleza, salud, tranquilidad e iluminar nuestras mentes en todo el periodo de estudio.

A **nuestros padres**: por todo su apoyo, dedicación y esmero; formándonos en valores para ser mejores personas cada día.

A **nuestro tutor: Ing. Ramiro Arcia Lacayo** por su paciencia, dedicación y compromiso en la elaboración de este trabajo; sin sus consejos y ayuda no hubiese sido posible la realización del mismo.

A la **Universidad Nacional de Ingeniería**, y en especial a la Facultad de Electrotecnia y Computación, por permitirnos ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

A todas aquellas personas que participaron directa o indirectamente, brindándonos información, ayuda y ánimos para poder lograr esta meta.

Resumen

La biomasa en la actualidad está teniendo un gran auge debido a la versatilidad de materias primas existentes con las que podemos generar biogás y energía eléctrica, siendo estas muy fáciles de administrar, construir y manipular; su costo económico no es muy elevado y en algunos caso las vida útil de estos sistemas oscila en gran cantidad de años.

La biomasa tiene múltiples clasificaciones, pero con mayor interés mencionaremos la biomasa residual húmeda, que en ausencia de oxígeno es descompuesta por agentes bacteriológicos, generándose un gas de alto poder calorífico denominado **biogás** y otros residuos aprovechables como abono. El biogás está compuesto por al menos un 50% de metano el cual tiene un poder calorífico de 23MJ (5,500Kcal) por cada metro cúbico de gas.

La finalidad de este trabajo es realizar un estudio técnico-económico respecto al aprovechamiento de las heces de los cerdos y cómo este tipo de materia prima puede lograr cambiar la cultura destructiva en contra del medio ambiente; así mismo, nos permite diseñar un sistema alternativo de generación de energía eléctrica y calorífica aprovechando los recursos existentes al máximo.

Al mismo tiempo, se pretende determinar la localización óptima del sistema (Biodigestor) dentro del área del proyecto en estudio. El cálculo de nuestro biodigestor y la carga diaria de biomasa en el mismo, determinarán un factor muy importante de este estudio relacionado a la cantidad de biogás que se generará para ser utilizado en la cocina de uso doméstico y en la producción de energía eléctrica a través de un generador a base de gas.

Nuestro estudio financiero determinará un valor estimado del proyecto total en sí, abarcando el diseño del biodigestor, red de tuberías (hacia cocina y generador eléctrico), tecnologías (generador a base de gas), demás accesorios y materiales de instalaciones que harán más óptimo nuestro sistema.

Cabe mencionar que al desarrollar un sistema de estos en cualquier parte que preste las condiciones necesarias para la implementación del mismo, dará una mejor presentación, aumentando el valor económico de la propiedad y a su vez pondrá un alto a la deforestación de la flora de dicho lugar.

INDICE

Páginas

- Dedicatoria	
- Agradecimientos	
- Resumen	
I – Introducción.....	2
II – Antecedentes.....	3
III – Justificación.....	5
IV – Objetivos.....	6
V – Diseño metodológico.....	7
VI – Marco teórico.....	9
1. Conceptualizaciones.....	9
1.1. Biomasa.....	9
1.2. Biodigestor.....	10
1.3. Biogás.....	11
1.4. Agua.....	11
1.5. Heces de cerdo.....	11
2. Biomasa y sus tipos.....	11
2.1. Natural.....	12
2.2. Residual.....	12
2.3. Biomasa seca y húmeda.....	13
2.4. Usos y aplicaciones.....	14
3. Proceso anaeróbico.....	15
4. Etapas de fermentación metanogenica.....	15
4.1. Hidrólisis.....	16
4.2. Acidogénesis.....	17
4.3. Acetogénesis.....	17
4.4. Metanogénesis.....	17
4.5. Materias primas que se pueden usar en la Fermentación metanogenica.....	17
5. Historia del biogás.....	18
5.1. Usos y aplicaciones.....	18
5.1.1. Biodigestor-aplicaciones.....	19
5.1.2. Biodigestor-parámetros.....	19
6. Tipo de biodigestor.....	20
7. Componentes de un biodigestor.....	20

8. Biodigestor en el medio rural.....	21
8.1. Continuos.....	21
8.2. Semicontinuos.....	21
8.3. Discontinuos o régimen estacionario.....	21
8.4. Modelos.....	22
8.4.1. Indiano	22
8.4.2. Chino.....	23
8.4.3. Balón o salchicha.....	24
8.5. Criterios a tener en cuenta para la elección del sitio en que se ubicara el biodigestor.....	25
9. Cerdos.....	26
9.1. Razas de cerdos existentes en la quinta campo amor.....	27
9.1.1. Landrace.....	27
9.1.2. Yorkshire.....	29
9.2. Ciclo productivo.....	30
9.3. Manejo de la reproducción.....	32
9.3.1. Ciclo reproductivo.....	32
9.3.1.1. Hembra.....	32
a) temperatura y alojamiento.....	32
b) alimentación.....	33
c) fases.....	33
d) selección de la hembra.....	33
e) celo de la hembra.....	34
f) momento adecuado para servir a la hembra.....	34
g) recomendación para monta.....	34
h) comparación entre una y dos montas.....	35
9.3.2. Manejo de las cerdas durante la gestación.....	35
9.3.3. Síntomas de una hembra próxima al parto.....	36
9.3.4. Ciclo reproductivo.....	36
9.3.4.1. Macho.....	36
a) selección del macho.....	36
b) recomendaciones para el cuidado del macho.....	38
9.4. Manejo zootécnico del los lechones.....	38
9.4.1. Labores.....	38
a) recepción, limpieza y secado.....	38

b) separación de los lechones.....	39
c) amamantamiento.....	39
d) descolmillado.....	39
e) aplicación de hierro.....	39
f) identificación.....	40
g) castración.....	40
9.5. Manejo alimenticios de los cerdos.....	40
9.5.1. Otras alternativas de alimentación.....	43
a) maíz.....	43
b) yuca.....	43
c) suero liquido.....	44
9.6. Situación de la porcicultura en Nicaragua.....	44
9.7. Ventajas de la producción porcina.....	44
9.8. Manejo sanitario.....	45
9.8.1. Principales enfermedades de los cerdos.....	45
a) cólera porcina.....	45
b) colibacilosis o diarrea blanca.....	46
c) anemia ferro priva de los lechones.....	47
d) parásitos internos.....	48
9.9. Instalaciones porcinas.....	50
9.9.1. Construcción de las instalaciones.....	51
a) techos.....	51
b) puertas	
c) pisos.....	52
VII – Estudio de mercado	53
1. Objetivos: general y específicos.....	53
2. Descripción del procesos de generación de biogás y energía eléctrica.....	54
3. Análisis de la demanda.....	54
4. Análisis de los resultados de la encuesta.....	55
5. Análisis de la oferta.....	62
6. Conclusiones del estudio de mercado.....	63
VIII – Estudio técnico.....	64
1. Objetivos: general y específicos.....	64
2. Macro localización del lugar del proyecto.....	65
3. Micro localización del lugar del proyecto.....	65

4. Ingeniería del proyecto.....	67
4.1. Descripción del proceso de obtención de biogás y energía eléctrica.....	67
4.2. Tecnología.....	68
5. Condiciones locales.....	68
5.1. Relación.....	68
5.1.1. Con el medio ambiente.....	68
5.1.2. Con el bienestar familiar.....	68
IX – marco legal del proyecto.....	71
1. Ley general de la salud: capítulo III.....	71
2. Higiene.....	72
3. Localización y acceso a las instalaciones.....	72
4. Seguridad presentada en la quinta.....	72
5. Precios y lista de materiales del proyecto diseñado.....	73
6. Actividades del proyecto diseñado.....	78
7. Tiempo de construcción del proyecto diseñado.....	79
8. Parámetros principales del proceso	80
8.1. Temperatura.....	80
8.2. Tiempo de retención.....	80
9. Calculo del volumen del biodigestor según tabla.....	81
9.1. Estiércol.....	81
9.2. Masa de agua.....	82
9.3. Materia prima para carga.....	82
9.4. Sólidos totales contenidos en la materia prima.....	83
9.5. Sólidos totales.....	84
9.6. Calculo del tiempo de retención.....	84
9.7. Volumen del biodigestor.....	85
9.8. Calculo de la posible producción de biogás.....	85
9.9. Producción de biogás al día.....	86
9.10. Comprobación del volumen del biodigestor.....	86
9.11. Volumen de la bolsa de polietileno.....	87
10. Calculo del biodigestor con datos reales.....	87
10.1. Estiércol.....	88
10.2. Masa de agua.....	89
10.3. Materia prima para carga.....	89
10.4. Sólidos totales contenidos en la materia prima.....	90
10.5. Sólidos totales.....	90

10.6.	Calculo del tiempo de retención.....	91
10.7.	Volumen del biodigestor.....	91
10.8.	Calculo de la posible producción de biogás.....	92
10.9.	Producción de biogás al día.....	92
10.10.	Comprobación del volumen del biodigestor.....	93
10.11.	Volumen de la bolsa de polietileno.....	93
11.	Análisis de los cálculos realizados.....	94
12.	Diseño del biodigestor, elementos y accesorios.....	95
13.	Detalles del generador seleccionado.....	99
14.	Censo de carga.....	100
15.	Energía que se podrá generar.....	101
16.	Metodología del diseño.....	102
17.	Comparación de materiales de tuberías.....	103
18.	Comparación entre un cilindro de 25 libras de gas Propano y el biodigestor diseñado.....	103
19.	Aplicación de los residuos para fertilizantes(bioabono).....	104
20.	Propiedades de los abonos orgánicos.....	105
20.1.	Propiedades físicas.....	105
20.2.	Propiedades químicas.....	105
20.3.	Propiedades biológicas.....	105
21.	Conclusiones del estudio técnico.....	106
X – Estudio financiero		107
1.	Objetivos: general y específicos.....	107
2.	Estudio financiero.....	108
3.	Análisis de los datos del proyecto.....	109
4.	Plan de obtención del financiamiento.....	110
5.	Análisis de los datos de los indicadores financieros.....	114
6.	Conclusiones del estudio financiero.....	115
XI – Conclusiones generales		116
XII – Anexos		117
XIII – Bibliografía		145

Índice de tablas	..	Paginas
1. Antecedentes de los proyectos realizados y en ejecución en Nicaragua.....		3 y 4
2. Materias aptas para la fermentación.....		17
3. Composiciones físicas del metano.....		19
4. Producción de biogás por seres vivos.....		20
5. Periodo de vida del cerdo.....		31
6. Características de la hembra.....		32
7. Porcentaje de fertilidad de los cerdos.....		35
8. Madurez sexual del macho.....		37
9. Requerimientos proteicos energéticos del cerdo.....		41
10. Etapas de crecimiento del cerdo.....		42
11. Lista de materiales de la fosa del biodigestor.....		73
12. Lista de materiales del biodigestor.....		73
13. Lista de materiales del techo del biodigestor.....		74
14. Lista de materiales de la caseta del generador.....		74
15. Lista de materiales de toda la tubería del gas		75
16. Precios del transporte.....		76
17. Costo de las actividades.....		76
18. Actividades iniciales del proyecto.....		77
19. Lista de actividades en general.....		77
20. Valores y características del estiércol de algunos animales.....		81
21. Dimensiones de la fosa a través de la tabla con valores determinados		86
22. Cantidad de heces generada por chanchera.....		87
23. Dimensiones de la fosa por medio del censo de carga.....		92
24. Dimensiones del tamaño de la fosa seleccionada.....		94
25. Volumen del al bolsa seleccionada.....		94
26. Dimensiones de la bolsa seleccionada.....		94
27. Características del generador.....		99
28. Censo de carga de la quinta.....		100
29. Valores de alimentación, energía y biol del biodigestor.....		101
30. Equivalencia de gas a otros elementos.....		102
31. Comparación de materiales pvc, cpvc y acero al carbón.....		103
32. Comparación entre gas propano y el metano generado por el biodigestor.....		103
33. Composición media de estiércol fresco de diferentes animales domésticos como porcentaje de la materia seca.....		104
34. Análisis de los datos del proyecto.....		109
35. Términos de préstamo.....		110
36. Detalles de la devaluación del préstamo.....		111
37. Depreciación.....		112
38. Flujo financiero.....		113
39. Indicadores financieros.....		114

Índice de imágenes	Paginas
1) Matriz energética de Nicaragua.....	9
2) Etapas de fermentación metano génicas.....	16
3) Biodigestor: modelo indiano.....	22
4) Biodigestor: modelo chino.....	23
5) Biodigestor: modelo balón o salchicha.....	24
6) Cerdos landrace.....	27
7) Cerdos yorkshire.....	29
8) Macro localización del lugar del proyecto.....	65
9) Micro localización del lugar del proyecto.....	66
10)Actividades realizadas atravez de Microsoft Project.....	78
11)Tiempo de construcción del proyecto diseñado atravez de Microsoft Project.....	79
12)Representación del corte de la fosa del biodigestor.....	95
13)Dimensiones de la fosa del biodigestor.....	95
14)Vista frontal del biodigestor.....	96
15)Vista lateral del biodigestor.....	96
16)Esquema de flujo de gas hacia cocina y generador.....	98
17)Metodología del diseño.....	102

**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A
PARTIR DE BIOMASA DE CERDOS EN LA “QUINTA CAMPO AMOR”
UBICADA EN LA CIUDAD DE LA PAZ CENTRO, DEPARTAMENTO DE
LEÓN.**

I. Introducción

Cuando hablamos de biomasa, en cierto punto nos referimos a energía renovable, dado que durante su transformación y al generar energía a través de ella, reduce considerablemente la emisión de CO₂ en comparación con otras formas de generación de energía contaminantes para el medio ambiente. De esta manera obtenemos un sistema que esté en armonía con los demás seres vivos, ya que extraemos del medio lo necesario para su desarrollo energético teniendo la plena seguridad de no dañar su ecosistema y mantener un proceso continuo de energía limpia y renovable.

Es necesario optar una cultura en la que podamos aprovechar los recursos que nuestro sistema nos ofrece sin poner en riesgo la existencia de las generaciones futuras, el uso y abuso en la manipulación de estos debe de tratarse de una manera racional sin desperdiciar lo que nos es necesario.

Las fuentes renovables y alternas de energía han surgido por la preocupación del humano en satisfacer sus necesidades y muchas veces por el exceso y la mala administración de los recursos existentes que tienden a extinguirse.

Nicaragua por ser un país agropecuario en el cual se desarrolla la crianza y pastoreo de animales como: vacas, cerdos, cabras, gallinas, conejos etc. etc.; tiene la facilidad de optar por tecnologías como la construcción de Biodigestores que permitan aprovechar los desechos que muchas veces son desperdiciados y que han contaminado el ambiente por el simple hecho de no darle un buen uso, la obtención de energía eléctrica y fuego pueden ser un gran desarrollo para la finca u otros lugares donde se implemente este sistema.

II. Antecedentes.

En la actualidad, en la ciudad de La Paz Centro, no se encuentra desarrollado ningún sistema de generación de biogás a través de biomasa, por lo que el estudio de este proyecto resultará ser pionero en nuestra ciudad, abriendo nuevos horizontes en la aplicación de este sistema. En base a los datos obtenidos de este estudio se identificará la viabilidad del mismo, contribuyendo al desarrollo socioeconómico del lugar.

No obstante, existen antecedentes de proyectos desarrollados en algunos sectores de nuestro país como son:

Año	Estado del proyecto	Información
2011	En construcción	Protena/Managua - Diseño detallado de dos biodigestores de 600 m ³ /cada uno, laguna de pulimento, desinfección rayos UV, galería de filtración. Suministro de componentes y equipos de medición: medidores de biogás, agitadores, sensores, antorcha, soplador, filtros de remoción de H ₂ S, etc.
2012	Terminado	Matadero Central (MACESA). Estudio de factibilidad y diseño conceptual para biodigestor para el aprovechamiento de desechos orgánicos y aguas residuales para la producción de biogás. Potencia a instalar 2 MW. El biogás se aprovecha también como combustible en calderas en remplazo del Bunker C.
2013	En Ejecución	Matadero de reses Nuevo Carnic; preparación de estudio de pre factibilidad para la construcción de biodigestor para aprovechar aguas residuales y desechos sólidos orgánicos para la producción de

		biogás. El biogás se utilizara como combustible para las calderas en reemplazo del bunker.
2013	En Ejecución	Matadero Central SA (MACESA), diseño detallado de biodigestor de 5.400 m3. Biodigestor de hormigón armado con cubierta de membrana de caucho, sistema de captación, conducción, calibración y purificación de biogás. El biogás se utilizara como combustible para reemplazar el consumo de bunker C en las calderas.
2013	En Ejecución	Protena S.A.; construcción de dos biodigestores de 800 m3, instalación de agitadores, antorcha, válvulas de seguridad, tren de calibración y equipos de control de proceso.

Cuadro1. Antecedentes de los proyectos realizados y en ejecución en Nicaragua.

III. JUSTIFICACIÓN.

La implementación de un sistema de biomasa a través de heces de cerdo para producir biogás y generación de energía eléctrica, surge de la necesidad del máximo aprovechamiento de los recursos naturales que el ecosistema ofrece, dándole una cara diferente a la producción de energía eléctrica a través del biogás producido de las heces de cerdos.

El surgimiento de este sistema en la ciudad de La Paz Centro permitirá el desarrollo en la “Quinta Campo Amor” donde se desarrollará el estudio del mismo, el cual traerá progreso social y económico al producir biogás para el uso doméstico por medio del fuego de cocina y para la producción de energía que será consumida propiamente por la finca.

Para lograr alcanzar lo antes mencionado, nos daremos a la tarea de recolectar las heces de cerdo día a día para poder tener una estadística de la cantidad de heces que produce un cerdo. Así mismo, podremos diseñar nuestro biodigestor el cual cumpla con las condiciones necesarias para la producción de biogás.

También se realizarán una serie de estudios como: estudio de mercado, técnico y financiero; que permitirán un mejor desarrollo de este proyecto logrando introducir una serie de aspectos técnicos y económicos para su debida elaboración.

Para el Protocolo de Kyoto, la biomasa tiene un factor de emisión de dióxido de carbono (CO₂) igual a cero. Por lo que no representa un incremento en las emisiones de CO₂. Su uso contribuye a reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera siempre y cuando sustituya a un combustible fósil. Este es el principal motivo de los proyectos de biomasa o biogás en todo el mundo, que son potenciales proyectos para postular al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

IV. Objetivos.

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Realizar el estudio técnico-económico de la producción de biogás a partir de biomasa de cerdos en la “Quinta Campo Amor” ubicado en La Paz Centro, León.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Considerar los aspectos técnicos del proyecto, para el debido diseño, estudio de la materia prima, ubicación, tecnología, marco legal y normativa del proyecto.
- ❖ Determinar las características de mercado de la comunidad, para una debida estimación de los pobladores o dueños de fincas interesados en el proyecto.
- ❖ Plantear los aspectos financieros del proyecto que demuestren los costos y rentabilidad del mismo.
- ❖ Elaborar el diseño del Biodigestor para el sistema de generación de energía eléctrica a través del biogás producido.

V. DISEÑO METODOLÓGICO.

El tipo de estudio de nuestra investigación es explicativo, ya que tiene como pilar fundamental el conocimiento científico y requiere una gran capacidad de análisis, diseño, síntesis e interpretación para la elaboración de nuestro trabajo. Al igual que una excelente formulación y operación del mismo.

Para la obtención de la información del trabajo monográfico recurrimos primeramente a la documentación bibliográfica necesaria: monografías tomadas como referencia, páginas web e información real de la situación actual de la producción de biogás a través de biomasa de cerdos en nuestra ciudad de La Paz Centro y en todo el país, sugerencias y recomendaciones de nuestro tutor, asesor y colaboradores.

A través del estudio de mercado estimaremos la aceptación e interés de obtener este proyecto por parte de los pobladores o dueños de fincas de la comunidad.

El desarrollo de este trabajo monográfico constará de un estudio técnico en donde se contemplará primeramente el diseño del proyecto, así como el estudio de la materia prima donde se incluirá el tipo de cerdo que nos proporcionará las heces y su fin (generación de energía y combustible), daremos a conocer la ubicación del lugar, el tipo de tecnología que plantearemos para determinar cómo puede ser el tipo de biodigestor y el generador seleccionado, marco legal y normativa del proyecto, así también la proyección del estudio de este, y la descripción de dicho proceso donde se desarrollará cada uno de los pasos para la producción de Biogás (recolección de heces de cerdos y el peso diario de la cantidad de heces de cerdos)

El estudio financiero del trabajo monográfico determinará primeramente el costo del diseño de este estudio. Así también la rentabilidad que tendrá este proyecto para una posible ejecución en el futuro.

El método de investigación empleado identificará primeramente cada una de las partes que caracterizan la investigación y a medida que se desarrolle determinará las relaciones de causa-efecto en los elementos.

- **Universo:** cantidad de heces de cerdo para la producción de Biogás.
- **Muestra:** producción de biogás al día a través de las heces de cerdo para la generación de energía y uso doméstico.

Procedimiento para la elaboración del trabajo monográfico:

- ❖ Seleccionar y definir el tema de investigación.
- ❖ Determinar el lugar en donde realizará el trabajo monográfico.
- ❖ Definir y realizar visitas al lugar de trabajo.
- ❖ Recopilar y ordenar la información.
- ❖ Analizar la información (datos de prueba de la cantidad de heces de cerdo recolectada).
- ❖ Seleccionar y Diseñar el sistema de generación de biogás (biodigestor, tubería, generador)
- ❖ Presentar los resultados.

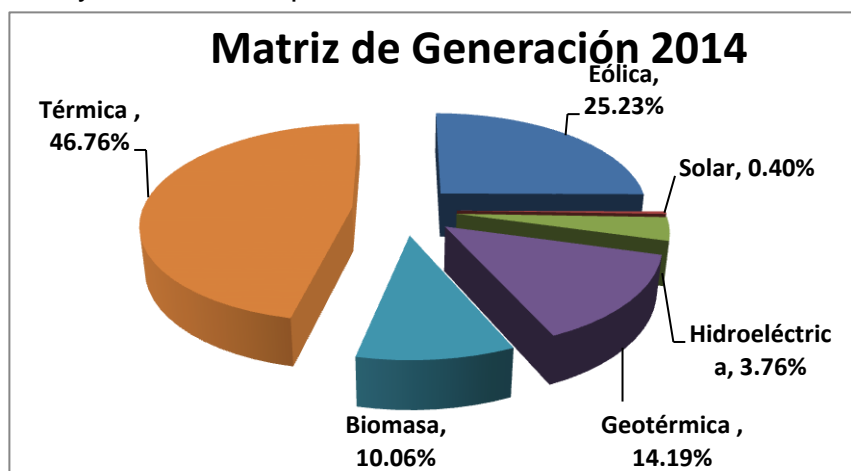
VI. MARCO TEÓRICO

1. Conceptualizaciones.

- 1.1. “**Biomasa** es toda materia orgánica susceptible de aprovechamiento energético”, pero la realidad de la biomasa es más profunda; estamos hablando de un resultado energético que a Corto plazo puede ser básica en nuestra sociedad, desde el punto de vista energético y ambiental, como para el desarrollo socioeconómico de las zonas rurales.

Biomasa es una definición que abarca un gran grupo de materiales de diversos orígenes y con características muy diferentes. Los residuos de aprovechamientos forestales y cultivos agrícolas, residuos de podas de jardines, residuos de industrias agroforestales, cultivos con fines energéticos, combustibles líquidos derivados de productos agrícolas, residuos de origen animal o humano, etc.; todos pueden considerarse dentro de la citada definición.

Actualmente, más del 40% de nuestro abastecimiento energético proviene de energías fósiles, otro 14% de energía geotérmica, un 4% a bases de hidroeléctricas, otro 25 % a base de plantas eólicas, otro 0.24% a base de fotovoltaicas y únicamente alrededor del 10% a base de biomasa de Energías Renovables. Este 40% No renovable conlleva importantes implicaciones medioambientales y una fuerte dependencia del abastecimiento exterior.



1) Imagen: Matriz energética de Nicaragua. Fuente (MEM)

La biomasa de la madera, residuos agrícolas y estiércol continúa siendo una fuente principal de energía y materia útiles en países poco industrializados.

Por lo antes ya mencionado, el uso de fuentes renovables (entre ellas el uso de la biomasa) para la generación de energía, presenta una gran ventaja para nuestro país en la lucha por independizarnos del uso de petróleo en el sector energético.

Una parte de la energía que llega a la Tierra procedente del Sol es absorbida por las plantas, a través de la fotosíntesis, y convertida en materia orgánica con un mayor contenido energético que las sustancias minerales. De este modo, cada año se producen 2×10^{11} toneladas de materia orgánica seca, con un contenido de energía equivalente a 6,8000 millones de tep (toneladas equivalentes de petróleo), que puede tratarse aproximadamente a cinco veces la demanda energética mundial. A pesar de ello, su enorme dispersión hace que sólo se aproveche una mínima parte de la misma. Entre las formas de biomasa más destacables por su aprovechamiento energético se destacan los combustibles energéticos (caña de azúcar, remolacha, etc.) y los residuos (agrícolas, forestales, ganaderos, urbanos, plantas, excrementos de animales, etc.)

- 1.2. Biodigestor:** Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaeróbica se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio; y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

- 1.3. Biogás:** El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismo y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico). Este gas se ha venido llamando gas de los pantanos, puesto que en ellos se produce una biodegradación de residuos vegetales semejante a la descrita.
- 1.4. Agua:** El **agua** (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre.
- 1.5. Heces de cerdo:** Materia prima obtenida a partir de la digestión de los alimentos, el sistema digestivo desecha lo que el cuerpo de cada cerdo no necesita y estas se utilizarán para la generación de biogás de uso propio.

2. Biomasa y sus tipos

Se distinguen varios tipos de biomasa, según la procedencia de las sustancias empleadas, como la biomasa vegetal, relacionada con las plantas en general (troncos, ramas, tallos, frutos, restos y residuos vegetales, etc.); y la biomasa animal, obtenida a partir de sustancias de origen animal (grasas, restos, excrementos, etc.).

Otra forma de clasificar los tipos de biomasa se realiza a partir del material empleado como fuente de energía:

2.1. Natural

Es aquella que abarca los bosques, árboles, matorrales, plantas de cultivo, etc. Por ejemplo, en las explotaciones forestales se producen una serie de residuos o subproductos, con un alto poder energético que no sirven para la fabricación de muebles ni papel, como son las hojas y ramas pequeñas, y que se pueden aprovechar como fuente energética.

Los residuos de la madera se pueden aprovechar para producir energía. De la misma manera, se pueden utilizar para combustible los restos de las industrias de transformación de la madera, como los aserraderos, carpinterías o fábricas de mueble y otros materiales más. Los “cultivos energéticos” son otra forma de biomasa consistente en cultivos o plantaciones que se hacen con fines exclusivamente energéticos, es decir, para aprovechar su contenido de energía.

Los biocarburantes son combustibles líquidos que proceden de materias agrícolas ricas en azúcares como los cereales (bioetanol), o de grasas vegetales como semillas de colza o girasol de calabaza (biodiesel). Este tipo también puede denominarse como “cultivos energéticos”. El bioetanol va dirigido a la sustitución de la gasolina, y el biodiesel trata de sustituir al combustible. Se puede decir que ambos constituyen una alternativa a los combustibles tradicionales del sector transporte, que derivan del petróleo.

2.2. Residual

Es aquella que corresponde a los residuos de paja, aserrín, estiércol, residuos de mataderos, basuras urbanas, etc.

El aprovechamiento energético de la biomasa residual, por ejemplo, supone la obtención de energía a partir de los residuos de madera y los residuos agrícolas (paja, cáscaras, huesos...), las basuras urbanas, los residuos ganaderos, como purines o estiércoles, los lodos de depuradora, etc. Los

residuos agrícolas también pueden aprovecharse energéticamente y existen plantas de aprovechamiento energético de la paja residual de los campos que no se utiliza para forraje de los animales.

Los residuos ganaderos, por otro lado, también son una fuente de energía. Los purines y estiércoles de las granjas de vacas y cerdos pueden valorizarse energéticamente, por ejemplo, aprovechando el gas (o biogás) que se produce a partir de ellos, para producir calor y electricidad. Y de la misma forma puede aprovecharse la energía de las basuras urbanas, porque también producen un gas o biogás combustible al fermentar los residuos orgánicos, que se puede captar y aprovechar produciendo energía eléctrica y calor, los que se puede denominar como plantas de valorización energética de biogás de vertedero.

2.3. Biomasa seca y húmeda.

Según la proporción de agua en las sustancias que forman la biomasa, también se puede clasificar en:

- Biomasa seca: madera, leña, residuos forestales, restos de las industrias madereras y de mueble, etc.
- Biomasa húmeda: residuos de la fabricación de aceites, lodos de depuradora, purines, etc.

Esto tiene mucha importancia respecto del tipo de aprovechamiento, y los procesos de transformación a los que puede ser sometida para obtener la energía pretendida.

2.4. Usos y aplicaciones.

Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa. En un nivel menor de desarrollo se sitúa la producción de electricidad.

La producción térmica sigue una escala de usos que comienza en las calderas o estufas individuales utilizadas tradicionalmente en los hogares. Hoy en día, existen aparatos tanto de aire, (las estufas de toda la vida, mejoradas y actualizadas a las necesidades de los usuarios de hoy)

Por último, los consumos térmicos de determinadas industrias también son abastecidos por calderas de biomasa. Se trata principalmente del aprovechamiento de residuos de las industrias agroforestales para producción de calor que, en ocasiones, es acompañado de producción eléctrica (cogeneración con biomasa).

3. Proceso Anaeróbico

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un substrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores (e.g. H_2O_2). Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos como: vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaeróbica más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema anaeróbico.

En la digestión anaeróbica, los microorganismos metanogénicos desempeñan la función de enzimas respiratorios y, junto con las bacterias no metanogénicas, constituyen una cadena alimentaria que guarda relación con las cadenas enzimáticas de células aeróbicas. De esta forma, los residuos orgánicos se transforman completamente en biogás que abandona el sistema. Sin embargo, el biogás generado suele estar contaminado con diferentes componentes, que pueden complicar el manejo y aprovechamiento del mismo.

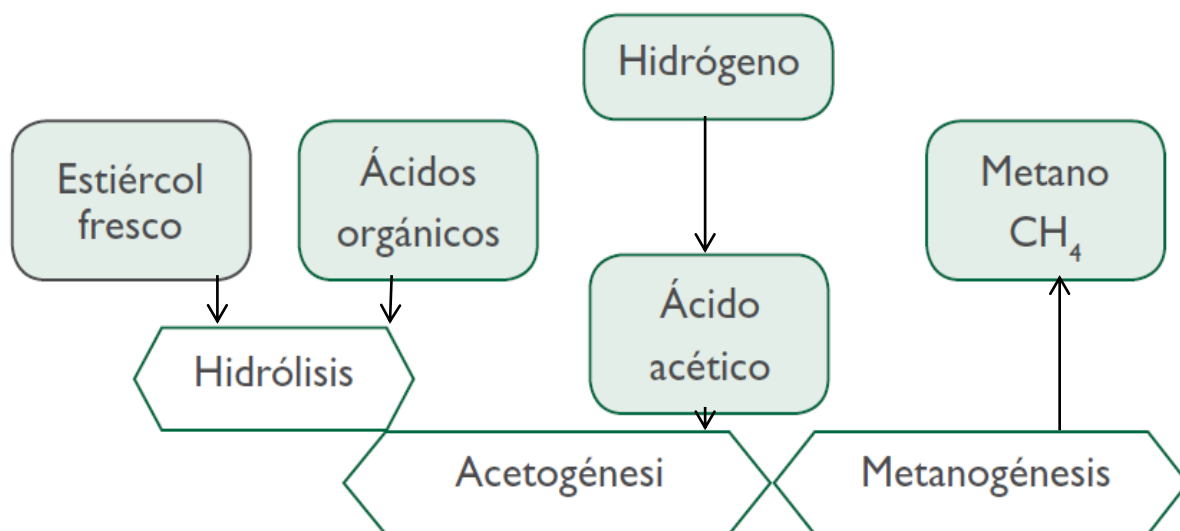
4. Etapas de la Fermentación Metanogénica.

Cualquier materia que pueda ser fermentada contiene una serie de bacterias que la digieren. En ausencia de oxígeno lo que se obtiene de esa fermentación es biogás y biol.

La digestión anaerobia se caracteriza por la existencia de varias fases consecutivas, las cuales se diferencian en el proceso en el que el sustrato (el alimento de los microorganismos) se va degradando, produciéndose en cadena los diferentes tipos de bacterias. La formación de metano es un proceso complejo que puede dividirse en cuatro etapas:

- **Hidrólisis.**
- **Acidogénesis.**
- **Acetogénesis.**
- **Metanogénesis.**

En cada una de estas fases intervienen diferentes tipos de microorganismos, relacionados entre sí, pero que necesitan de distintas condiciones en el entorno. El proceso completo se muestra a continuación de forma esquemática:



2) Imagen: Etapas de fermentación metanogénicas.

4.1. Hidrólisis.

En esta primera fase los compuestos orgánicos complejos se disocian en monómeros más sencillos, tales como azúcares, aminoácidos, ácidos grasos volátiles de bajo peso y alcoholes. Así, se permite que las bacterias puedan asimilar la materia orgánica como fuente de nutrientes.

4.2. Acidogénesis

Los monómeros obtenidos en la fase anterior son degradados durante esta fase a ácidos de cadena corta (de uno a cinco átomos de carbono en su estructura), alcoholes, hidrógeno y dióxido de carbono.

4.3. Acetogénesis

Los productos de la fase anterior sirven como sustrato para las bacterias que intervienen durante la Acetogénesis, formándose ácido acético e hidrógeno, principalmente.

4.4. Metanogénesis

Durante la Metanogénesis se completa la transformación comenzada en la etapa anterior, produciéndose alrededor del 70% al 90% del metano total del proceso.

4.5. Materias primas que se pueden usar en la fermentación metanogénica.

Residuos de origen animal	Estiércol, orina, residuos de mataderos (sangre y otros), residuos de pescados.
Residuos de origen vegetal	Malezas, rastrojos, pajas, forraje en mal estado.
Residuos de origen humano	Heces, orina, basura.
Residuos agroindustriales	Salvado de arroz, orujos, melaza, residuos de semilla.
Residuos Forestales	Hojas, ramas, cortezas.
Residuos de cultivos acuáticos	Algas marinas y melazas acuáticas

2. Tabla: Materias aptas para la fermentación Fuente (La Planta de Biogás, autor: Ludwing Sasse).

5. Historia del Biogás.

5.1. Usos y Aplicaciones.

Se sabe que el hombre conoce antiguamente la existencia del biogás, pues este se produce en forma natural en los pantanos, de allí que recibe el nombre de “gas de los pantanos”. En la Argentina se encuentra en el delta del Paraná donde se perfora hasta llegar a alcanzarlo con una cañería, obteniéndose el biogás acumulado por la naturaleza.

En 1808, HumphryDhabi produce gas metano (principal componente del biogás) en un laboratorio. Se toma este acontecimiento como el inicio de la investigación en biogás. Desde esos días hasta la actualidad mucho se ha avanzado sobre el tema y actualmente se cuenta en instalaciones que van desde la pequeña escala doméstica hasta las aplicaciones agroindustriales. China es el país que ha llevado a la práctica el uso del biogás en mayor escala. Existen allí más de siete millones de digestores rurales en funcionamiento. Estos proveen gas para cubrir necesidades de cocción e iluminación, a la vez que van recuperando suelos degradados a través de siglos de cultivos.

La India experimenta desde 1939 con diversos sistemas para aplicar en climas fríos o cálidos. En Europa y en Estados Unidos se investigan los complejos fenómenos químicos que ocurren durante el proceso de digestión.

En la Segunda Guerra Mundial, la crisis de combustibles hizo que las investigaciones en esta área aumentaran, forzando el desarrollo a pequeña y gran escala. Años más tarde debido a los aspectos negativos de esta tecnología por depender principalmente de temperaturas superiores a los 30°C, y por comodidad y conveniencia de otros tipos de combustibles, esta tecnología pasó al olvido.

En China, India y Sudáfrica, debido a la escasez de recursos económicos, estos métodos fueron difundiéndose y desarrollándose de tal manera que hoy en

la actualidad estos países cuentan con más de 30 millones de biodigestores funcionando, además desarrollaron técnicas de generación gaseosa a pequeña y gran escala.

Biogás

Composición	55-70% metano (CH_4)
	30-45% dióxido de carbono (CO_2)
	Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0-6.5 kW h m^3
Equivalente de combustible	0.60-0.65 L petróleo/ m^3 biogás
Límite de explosión	6-12% de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650-750 °C (con el contenido CH_4 mencionado)
Presión crítica	74-88 atm
Temperatura crítica	1.2 Kg m^3
Densidad normal	-82.5°C
Olor	huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa Molar	16.43 Kmol

3. Tabla: Composiciones físicas del metano Fuente (La Planta de Biogás, autor: Ludwing Sasse).

5.1.1. Biodigestor – Aplicaciones

A pequeña y mediana escala, el biogás ha sido utilizado en la mayor parte de los casos para cocinar en combustión directa en estufas simples. Sin embargo, también puede ser utilizado para iluminación, y para calefacción. También ayuda a la transformación de los desechos.

- ✓ Mejora de la capacidad fertilizante del estiércol
- ✓ Control de patógenos
- ✓ Control de olores
- ✓ El efluente se puede usar como alimento en lombricultura.

5.1.2. Biodigestor - Parámetros

Considerando que las bacterias son el ingrediente esencial del proceso, por ello es necesario mantenerlas en condiciones que permitan asegurar y optimizar su ciclo biológico. Los principales parámetros en la producción del biogás son:

- ✓ Temperatura
- ✓ Tiempo de retención
- ✓ Relación Carbono/Nitrógeno
- ✓ PH
- ✓ Agitación

6. Tipo de Biodigestor.

Producción de biogás por tipo de residuo animal				
Estiércol	Disponibilidad Kg/día	Relación C/N	Volumen de Biogás	
			m³/Kg húmedo	m³/día/año
Vacas(500 Kg)	10	25 a 1	0.04	0.4
Cerdos (50 Kg)	2.25	13 a 1	0.06	0.135
Aves(2 Kg)	0.18	19 a 1	0.08	0.014
Ovejas (32 Kg)	1.5	35 a 1	0.05	0.075
Cabra (50 Kg)	2	40 a 1	0.05	0.1
Caballo(450 Kg)	10	50 a 1	0.04	0.4
Conejo(3 Kg)	0.35	13 a 1	0.06	0.021
Excretas humanas	0.4	3 a 1	0.06	0.025

1. Tabla: Producción de biogás por seres vivos Fuente (La Planta de Biogás, autor: Ludwing Sasse).

7. Componentes de un Biodigestor:

- ✓ Reactor o contenedor de las materias primas a digerir.
- ✓ Contenedor de gas, con los accesorios para salida de biogás.
- ✓ Entrada o carga de materias orgánicas primas.
- ✓ Salida o descarga de materias orgánicas estabilizadas.

8. Biodigestor en el medio rural

Clasificación según su alimentación o carga en los siguientes tipos:

8.1. Continuos:

Cuando la alimentación del digestor es un proceso ininterrumpido, el efluente que descarga es igual al afluente o material de carga (que entra al digestor), con producciones de biogás, uniformes en el tiempo. Son utilizados principalmente para el tratamiento de aguas negras. Corresponde a plantas de gran capacidad, tipo industrial.

8.2. Semi continuos:

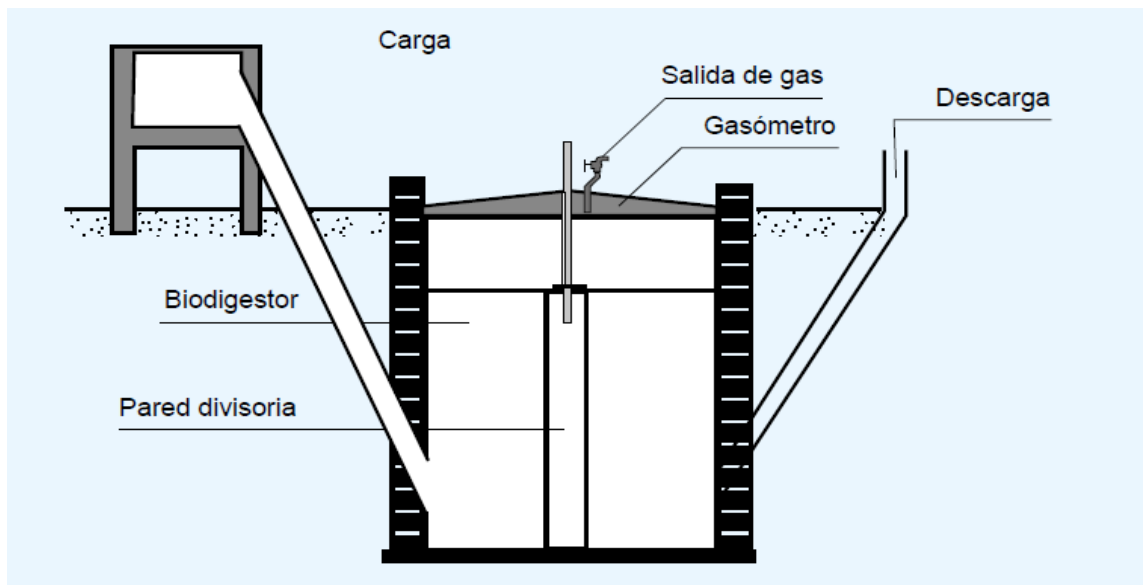
Cuando la primera carga que se introduce al digestor consta de una gran cantidad de materias primas. Posteriormente, se agregan volúmenes de nuevas cargas de materias primas (afluente), calculados en función del tiempo de retención (TR) y del volumen total del digestor. Se descarga el efluente regularmente en la misma cantidad del afluente que se incorporó. Este proceso es usado en el medio rural, cuando se trata de sistemas pequeños para uso doméstico. Los diseños más populares son el digestor Indiano, chino y salchicha o de bolsa.

8.3. Discontinuos o régimen estacionario:

Los digestores se cargan con las materias primas en una sola carga o lote. Después de un cierto período de fermentación, cuando el contenido de materias primas disminuye y el rendimiento de biogás decae a un bajo nivel, se vacían los digestores por completo y se alimentan de nuevo dando inicio a un nuevo proceso de fermentación. Esto se conoce también como digestores Batch o Batelada.

8.4. Modelos.

8.4.1. Modelo indiano



3) Imagen: Biodigestor: Modelo indiano Fuente (Libro Tipos de Biodigestores).

15-30 días de retención

0.50-1 v/v (gas/digestor) por día

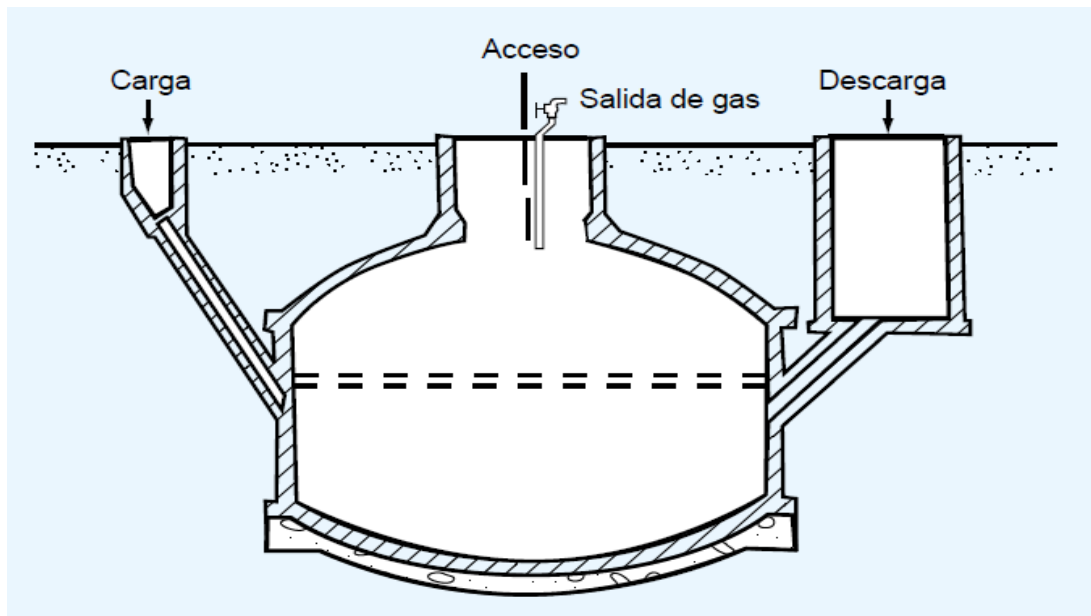
Ventajas:

- ✓ Manejo fácil y razonable.
- ✓ Presión de gas constante.
- ✓ El gas almacenado es directamente visible, pocos errores en la construcción.

Desventajas:

- ✓ Alto costo de la construcción de la campana.
- ✓ Muchas piezas metálicas que se corroen con facilidad, por eso, un tiempo de vida corto (Hasta 15 años en zonas tropicales. Unos 5 años de vida para la campana).
- ✓ Costos de mantenimiento periódicos causados por trabajos de pintura.

8.4.2. Modelo Chino



4) Imagen; Biodigestor: modelo chino Fuente (Libro Tipo de Biodigestores)

30-60 días de retención

0.15-0.20 v/v (gas/digestor) por día.

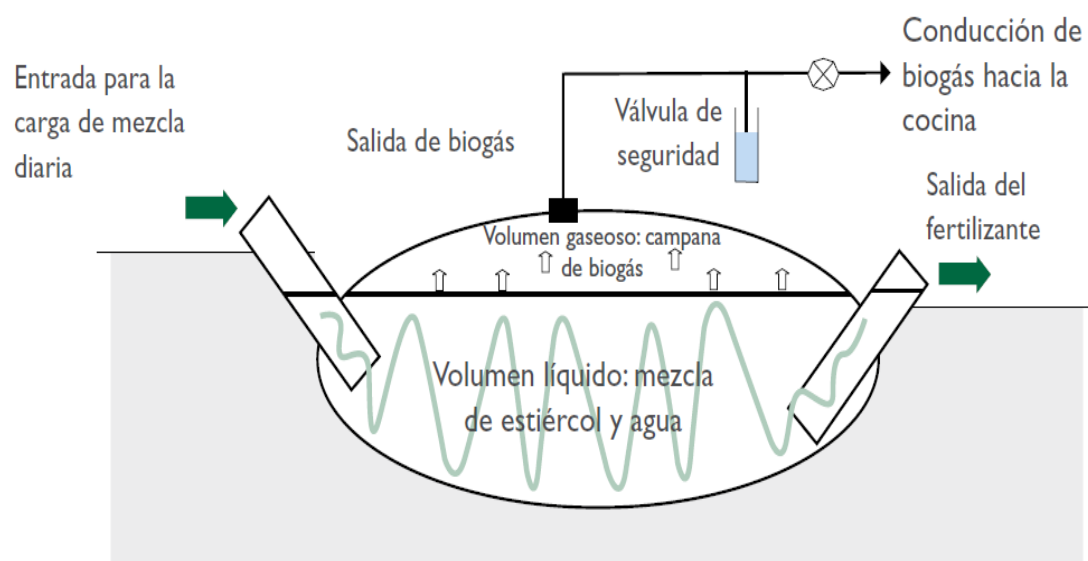
Ventajas:

- ✓ No posee partes móviles.
- ✓ Bajos costos de construcción.
- ✓ No posee partes metálicas que puedan oxidarse (vida útil 20 años).
- ✓ Construcción subterránea, por eso está protegida contra bajas temperaturas en el invierno y ayuda a ahorrar espacios, genera fuentes de trabajo en el lugar.

Desventajas:

- ✓ Muchas veces las plantas no están bien selladas (porosidad de grietas).
- ✓ Fuertes oscilaciones y en muchos casos presiones de gas muy altas.
- ✓ No tiene rebase automático por lo tanto es un manejo complicado.
- ✓ Baja temperatura de fermentación en el Biodigestor.

8.4.3. Modelo Balón o salchicha.



5) Imagen: Biodigestor: modelo balón o salchicha Fuente (Libro Tipo de Biodigestores).

20-30 días de retención

0.60-1 v/v (gas/digestor) por día

Ventajas:

- ✓ Bajos costos económicos.
- ✓ Fácil transporte.
- ✓ Construcción plana (es importante para regiones con alto nivel de frío).
- ✓ Altas temperaturas.
- ✓ Fácil limpieza, descarga y mantenimiento.
- ✓ Vida útil de 15 años.

Desventajas:

- ✓ Sensibles a daños exteriores.
- ✓ No se crean fuentes de trabajo en el lugar.

8.5. Criterios a tener en cuenta para la selección del tipo de biodigestor:

- ✓ Inversión que se está dispuesto a realizar.
- ✓ Energía que se quiere obtener.
- ✓ La biomasa con que se cuenta para alimentar el digestor.
- ✓ Las características del lugar en cuanto a profundidad del nivel freático o mantos rocosos.
- ✓ El tamaño requerido del digestor.

8.6. Criterios a tener en cuenta para la elección del sitio en que se ubicará el Biodigestor.

- ✓ Debe estar cerca del lugar donde se consumirá el gas, pues las tuberías son caras y las presiones obtenibles no permiten el transporte a distancias mayores de 30 metros.
- ✓ Se debe encontrar cerca del lugar donde se recogen los desperdicios para evitar el acarreo que tarde o temprano atentará contra una operación correcta del biodigestor, e implicará mayores costos.
- ✓ Su ubicación debe ser cercana al de almacenamiento del efluente y con una pendiente adecuada para facilitar el transporte y salida del mismo.
- ✓ Debe estar a por lo menos 10 – 15 metros de cualquier fuente de agua para evitar posibles contaminaciones.
- ✓ Preferentemente debe estar protegido de vientos fríos y donde se mantenga relativamente estable la temperatura, tratando de que reciba el máximo de energía solar.

9. Cerdos

La cría de cerdos de patio, se realiza bajo sistemas extensivos de explotación, los cuales se caracterizan por una baja inversión en mano de obra, instalaciones e insumos para alimentación.

Según MAGFOR, en el año 2012 en Nicaragua, existen aproximadamente 1,500,000 cerdos de los cuales el 43% equivalente a 645,000 cerdos están en granjas comerciales, el otro 57% equivalente a 855,000 cerdos se encuentran en crianzas de patio. El consumo anual de carne de cerdo es de 18 millones de libras, para ello se sacrifican aproximadamente 250,000 cerdos anuales. Aunque la principal raza es la denominada criolla, en la explotación porcina tanto de patio como industrial predominan las razas Durok, Hampshire, Yorkshire y Landrace.

Aunque la explotación porcina tradicionalmente fue destinada al consumo humano, tanto en carne como en grasa y según las tendencias internacionales de consumo de alimentos sanos, la explotación ha tendido a reducir los tipos de cerdos productores de grasa por la búsqueda de carne más magra, en Nicaragua existen 4 grandes empresas procesadoras de carne de cerdo, Delmor, Cainsa, La Lonja y La Hacienda; ellas utilizan carne de cerdo nacional pero por la problemática de cantidad y calidad de la misma existe una fuerte tendencia a importarla desde Panamá. Las mencionadas procesadoras transforman la carne de cerdo principalmente en embutidos y se están presentando ya algunos cortes de carnes preparadas para el consumo.

Existen numerosas razas de cerdos y en ocasiones es difícil determinar cuál o cuáles son las más convenientes para una unidad de producción.

Al elegir una raza de cerdos deben considerarse los siguientes factores:

- ✓ Buena capacidad de desarrollo.
- ✓ Disponibilidad de buen ganado reproductor.
- ✓ Alta fecundidad y capacidad de cruzamiento.
- ✓ Temperamento activo pero dócil.
- ✓ Buena asimilación de los alimentos.
- ✓ Demanda en el mercado.
- ✓ Resistencia a las enfermedades.

Es difícil que una raza reúna todas estas características, sin embargo, deben considerarse como un punto diferencial para la selección de los animales que mejor se adapten a las condiciones de la unidad de producción. A continuación se describen grandes rasgos de algunas razas:

9.1. Raza de cerdos existentes en la “Quinta Campo Amor”:

- ✓ Cerdos Landrace.
- ✓ Cerdos yorkshire.

9.1.1. Cerdos Landrace.

La raza Landrace es de origen danés, y gracias a su excelente adaptación al medio y a su empleo como pilar de los programas de hibridación, se encuentra, en la actualidad, ampliamente distribuida por el mundo.

Es una raza que se emplea en la industria cárnica por su buen rendimiento de carne, la producción de jamones bien conformados y la calidad de su carne.



6) Imágenes: Cerdos Landrace Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Nicaragua)

Características Generales.

Son animales de tamaño medio, color blanco (excepcionalmente se pueden tolerar algunas pequeñas manchas negras o azules, siempre que el pelo implantado sobre ellas sea blanco). La cabeza es de longitud mediana, con orejas no muy largas inclinadas hacia delante cubriendo casi por completo los ojos del animal.

Su musculatura está bien desarrollada y es una raza que destaca por englobar animales alargados con 16 a 17 pares de costillas a diferencia de otras razas que presentan 14.

Características Productivas y Sistemas de Explotación.

Esta raza se destaca por englobar animales de buen comportamiento que responden satisfactoriamente ante condiciones adversas. Presentan buena ganancia media diaria en peso y conversión alimentaría, con bajo nivel de grasas, considerándose por ello una raza de tipo magro.

Es una raza empleada como línea pura, materna o paterna que presenta un elevado rendimiento de carne y tendencia a presentar PSE (carnes blandas, pálidas y exudativas). La raza Landrace es una base genética importante dentro del mercado mundial, el Landrace ha probado ser un cerdo muy bueno para cruce de raza triple y como padrote terminal es muy usado en cruces con yorkshire para producir hembras F1 de reemplazo. El largo del cuerpo, libre de grasa y calidad de tocina son características de todos los tipos de Landrace.

La eficiencia en conversión de alimentos es otro punto favorable de esta raza. Esta raza es una de las preferidas por el porcicultor del mundo, siendo la raza más utilizada para los cruces industriales que dan como resultado cerdos destinados a sacrificio para el mercado doméstico y de restauración.

9.1.2. Cerdos yorkshire.

El yorkshire es la segunda raza de importancia en Estados Unidos y quizás la de mayor aceptación en el resto del mundo.

En muchos lugares se ha desarrollado una admirable reputación por ser una buena raza de cerdas madres. No hay duda del que yorkshire ocupa un lugar muy importante en la producción de cerdos en general. En puerto rico y el resto del mundo es una de las razas más populares entre los porcinocultores y se utiliza principalmente como madre.



7) Imágenes: Cerdos Yorkshire Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Nicaragua)

Características Generales.

Es una raza de cerdos blancos caracterizados por ser de un tamaño mayor que el promedio: cuerpo bien proporcionado y orejas erguidas o hacia arriba. Los primeros yorkshire en Estados Unidos eran de tipo tocineta, pero los productores americanos empezaron a seleccionar hasta llegar al tipo de hoy. El yorkshire como cerda madre lacta bien y salva un alto promedio de cerdos de sus grandes lechigadas. Estos no crecen del tamaño de los cerdos de otras razas, pero pesan más que lo que acostumbran pesar las otras.

Características Productivas Y Sistema de Explotación.

Es una excelente raza para el cruce y para los programas de empadronamiento rotativos. Se distingue por su habilidad materna. Muchos productores comerciales de cerdos desean que su hato porcino tenga al menos la mitad de la sangre de la raza de cerdos yorkshire.

El yorkshire moderno es una raza de cerdos muy muscular con un por ciento muy alto de carne magra. Esta raza es muy apreciada por los procesadores de carne de cerdo en los Estados Unidos y el resto del mundo debido a que produce un tipo de corte bien magro y el valor de este es muy alto.

9.2. Ciclo Productivo.

Para toda persona dedicada a la explotación de cerdos es de gran importancia conocer el ciclo de producción porcina, ya que el manejo de estas etapas al igual que de todo el sistema de producción del cerdo desde el momento de su nacimiento hasta que es llevado al mercado, determinan los beneficios o pérdidas de tipo económico.

Podríamos decir que el ciclo productivo del cerdo comienza desde el momento de su nacimiento y por ello es indispensable tener en cuenta todas las recomendaciones sobre manejos y cuidados con el lechón recién nacido. Luego viene una etapa de lactancia que oscila generalmente desde 49 a 55 días dependiendo de las instalaciones y el manejo que se tenga en la chanchera.

Pasada la etapa del destete, los cerdos entran a una etapa llamada **iniciación** que va de los 49 a 60 días. Luego ingresan a la etapa de **levante** que va desde los 60 hasta los 120 días aproximadamente. Terminado el levante, los cerdos pasan a la etapa de **engorde**, que va desde los 45kg de peso hasta los 90-110kg que es el peso final para el mercado.

Si los cerdos se destinan como reemplazo, se seleccionan a los 8 meses o sea después de la ceba; estos cerdos serán lo que posteriormente se utilizarán en la porqueriza como reproductores para monta.

Periodo	Tiempo (días)
Parto	0
Lactancia	1-49
Iniciación	49-63
Levante	63-120
Engorde	Más de 120

5. Tabla: Periodo de vida del cerdo, Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Managua)

El ciclo productivo de una cerda es como sigue: la etapa de gestación es de 115 días aproximadamente, tiempo al cual tiene su parto, luego viene la etapa de la lactancia que es aproximadamente 1-49 días que es el momento cuando se realiza el destete, luego del destete viene un periodo vacío que es de 7 días tiempo en el que ocurre la recuperación del útero, pasada esta etapa la cerda entra en calor o celo, momento que se debe aprovechar para ser servida (monta). Si la cerda después de servida por el reproductor no queda preñada volverá a repetir el calor a los 21 días o sea que es de gran importancia observar a la cerda 21 días después de haber sido servida, para comprobar si ha quedado preñada. También es recomendable volver a observar a la cerda a los 42 días del servicio para acabar de confirmar la preñez. Finalmente si la cerda ha quedado preñada tendremos que volver a esperar 115 días que es su tiempo de gestación.

9.3. Manejo de la Reproducción.

9.3.1. Ciclo Reproductivo.

9.3.1.1. Hembra

Para manejar adecuadamente una chanchera de crías es necesario conocer las características reproductivas de las cerdas. Aunque estas características no sean exactas para todos los animales, se presentan dentro de los rangos bastante precisos.

El siguiente cuadro muestra algunas características reproductivas de las cerdas

Características	Rango
Madurez sexual	5.5 meses
Madurez Reproductiva	8 meses
Duración de Calor	48 horas
Longitud de Ciclo estrual	21 días
Aparición del Calor después del destete	8 días

9.3.2. Tabla: Características de la hembra Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Nicaragua).

La edad de la pubertad es afectada en la mayor parte por factores ambientales. Muchas veces la presencia cercana de reproductores (varraco) acelera el inicio de la pubertad en cerdas primerizas y la aparición del calor en cerdas de más de un parto.

a) Temperatura y Alojamiento.

Cuando la temperatura y el alojamiento no son adecuados, estos se convierten en problemas de manejo que inciden en el desarrollo de los animales y por consiguiente en la aparición de la pubertad.

b) Alimentación.

Siendo la alimentación un factor determinante en los animales, puede suceder que una mala alimentación retrase este desarrollo y por consiguiente la aparición de la pubertad. Un excelente desarrollo físico permite una pronta aparición de la pubertad, así como problemas sanitarios que pueden afectarla.

c) Fases.

Finalmente, cabe anotar que los rendimientos maternos de las cerdas se pueden considerar en 2 fases:

- Fase Reproductiva.
- Fase Materna.

La **Fase reproductiva** integra aspectos que son indicadores de una eficiente capacidad reproductiva como: edad a la pubertad, expresión del calor, sobrevivencia embrionaria y tamaño de la camada.

En la **Fase materna** se expresan las habilidades maternas de la cerda durante su periodo de lactancia, es decir la habilidad de criar y destetar todos los lechones nacidos.

d) Selección de la Hembra.

- ✓ Debe tenerse cuidado que sean manejables y que sus madres se hayan distinguido en la capacidad reproductora en base a la cantidad de lechones que parieron (fecundidad), que hayan quedado preñada con facilidad (fertilidad), que gocen de buena salud y vigor.
- ✓ Al igual que el semental debe prevenir de camadas numerosas de más de 10 lechones.
- ✓ La evaluación de sus características externas debe hacerse entre los 6 – 8 meses de edad ya que es en este periodo cuando se evalúan mejor.
- ✓ Deben de haber alcanzado los 100kg de peso vivo.
- ✓ La vulva debe ser bien desarrollada y sin defectos.

- ✓ En cuanto a la ubre esta debe estar bien plantada con 12 pezones como mínimo 6 a cada lado.
- ✓ Ser sanas sin defectos musculaturas firme y vigorosa.
- ✓ Los pezones tienen que ser bien desarrollados y en forma de punta de clavo es decir sin defectos, hembras con pezones invertidos o ciegos no deben ser elegidas.

e) Decimos que una hembra está en celo cuando:

- ✓ La vulva se pone roja y esta inflamada.
- ✓ Monta a otras cerdas y también se deja montar.
- ✓ Hay nerviosismo, pierde el apetito y gruñe.
- ✓ Eleva la cola y pone paraditas las orejas.
- ✓ Aparecen secreciones vaginales.

f) El momento adecuado para servir a la hembra es cuando:

- ✓ La vulva se está desinflamando.
- ✓ El moco vaginal se está secando.
- ✓ Cuando la hembra se deja montar y se pone rígida.
- ✓ Pero lo fundamental que indica cuando llevarla al macho es cuando usted presiona los lados o se sienta sobre la cadera y ella se queda quietecita, entonces es el momento adecuado.

g) Recomendaciones para la monta:

- ✓ Siempre se debe llevar a la hembra al corral del macho, para evitar stress de ambos por la presencia de otras hembras.
- ✓ Es preferible que el corral del semental disponga de un lugar con piso de suelo para realizar las montas, de esta manera se apoya mejor y no resbala.
- ✓ Debe realizarse preferiblemente por la mañana o por la tarde para evitar mucha excitación.

- ✓ Es aconsejable repetir la monta en el segundo día de celo. Para el caso de las primerizas se hace 24 horas después de la primera y para las multíparas 12 horas después

h) Comparación entre efectuar una sola monta contra efectuar dos al momento del celo.

Se debe poner en observación a la hembra servida durante los 21 días posteriores a la monta y si en este período no repite celo se considera gestada.

Concepto	Una monta	Dos monta	Diferencia
% de Fertilidad	77.2	87.6	10.4
Numero de lechones nacidos	8.3	9.5	1.2

7. Tabla: Porcentaje de fertilidad Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Managua)

9.3.2. Manejo de las cerdas durante la gestación.

La gestación en las hembras porcinas dura como promedio 114 días, es decir 3 meses, 3 semanas y 3 días y durante esta etapa se realizan las siguientes actividades:

- ✓ Proveerlas de suficiente sombra, espacio de comederos y agua limpia.
- ✓ Vitaminarlas y desparasitarlas en el último tercio de la gestación, es decir cuando ya tienen entre los 70 y los 100 días de gestación, utilizando, la vitamina AD3E, a razón de 3 a 5 cc por animal y de forma intramuscular, el desparasitante puede ser Levamisol 12%, a una dosis de 1 cc por cada 20 Kg de peso vivo.
- ✓ Evitar en lo posible poner nerviosa a la hembra y mucho menos golpearlas porque las pueden hacer mal parir.
- ✓ Entre los 7 y 15 días antes del parto se debe llevar a la cuna o a un lugar adecuado para el parto.

- ✓ El lugar de parto debe ser previamente desinfectado (lavado, encalado, fumigado con formalina).

9.3.3. Síntomas de una hembra próxima al parto.

- ✓ Inflamación de la vulva.
- ✓ Inflamación de la ubre.
- ✓ Relajamiento general.
- ✓ Cambios en la temperatura del cuerpo.
- ✓ Nerviosismo reflejado en el deseo de formar nido, la cerda se levanta y se echa a intervalos cortos.
- ✓ Aumentan las frecuencias respiratorias.
- ✓ Secreción de leche indica un parto muy cerca, entre las 7 y 12 horas después la hembra estará pariendo.
- ✓ Una vez iniciado el parto los cerditos aparecen con intervalo de 5 a 20 minutos entre una cría y otra.
- ✓ La duración del parto es de unas dos horas como promedio, algo que ayuda mucho es hacer silencio durante todo este tiempo.

9.3.4. Ciclo Reproductivo.

9.3.4.1. Macho.

a) Selección del macho.

- ✓ El varraco seleccionado debe ser de carácter pacífico para su fácil manejo.
- ✓ La edad para la elección del varraco es de 10-12 meses de nacido.
- ✓ Debes ser musculoso y sin exceso de grasa.
- ✓ El cuerpo debe ser largo, tórax amplio, lomo fuerte y ligeramente arqueado.
- ✓ Los testículos deben de ser bien desarrollados y sin lesiones, y el escroto suave al tacto.

- ✓ Deben tener aspecto de salud y vigor que den la impresión de fortaleza.
- ✓ Prevenir de una camada numerosa, es decir de más de diez lechones.

La madurez sexual del cerdo reproductor es un proceso gradual, algunos pueden servir desde los 5 meses ,pero no es nunca aconsejable; se recomienda su uso como reproductor hasta los 7-8 meses de edad cuando están bien desarrollados y tienen un peso de 110-120kg.

La producción óptima de espermatozoides se alcanza de los 12 a los 15 meses de edad, no es aconsejable utilizar un reproductor dos veces el mismo día. Cuando el reproductor se muestre fatigado por exceso de servicios se le debe dejar descansar algún tiempo.

A continuación se muestran algunas consideraciones importantes para el manejo del reproductor:

- ✓ Madurez sexual 5-6 meses
- ✓ Madurez reproductiva 7-8 meses

Edad (meses)	Servicio por semana (monta)
De 7 a 8	De 1 a 2
De 9 a 12	De 2 a 3
De 12 a 18	De 3 a 4
Más de 18	De 4 a 5

8. Tabla: Madurez sexual del macho Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Managua).

b) Recomendaciones para el cuidado del macho:

- ✓ Desparasitar y vitaminar dos veces por año.
- ✓ Bañarlo dos veces por día, sobre todo al mediodía (momento de más alta temperatura), para evitar la muerte de espermatozoides y favorecer la calidad del semen.
- ✓ Llevarlos a pasear cerca de las hembras, mecanismo que sirve para detectar el celo y también aprovechar para que haga ejercicio.
- ✓ Realizarle examen de brucelosis cada año.

Edad límite económica de los reproductores:

Machos..... de 5 a 6 años.

Hembras..... De 4 a 5 años.

9.4. Manejo zootécnico de los lechones.

Son muchas las actividades que se realizan durante esta etapa, sin embargo, para el estudio de esta unidad abordaremos las de mayor relevancia, iniciando desde el nacimiento.

9.4.1. Labores

a) Recepción, limpieza, secado de los lechones.

Es costumbre en nuestro medio que las cerdas al momento del parto siempre paren solas, es decir, sin la observación de una persona que pueda estar atenta a este importante acontecimiento, lo que trae como resultado mayor número de cerditos muertos al nacimiento. Es por ello que siempre se recomienda que al momento del parto debe estar una persona atendiendo a cada lechón que va naciendo, quien deberá limpiar las mucosidades de la boca y de la nariz para facilitar la respiración.

b) Separación de los lechones.

A medida que van saliendo los lechones se colocan en un cajón limpio, para evitar que sean aplastados por la madre.

c) Amamantamiento.

Una vez que la cerda ha terminado de parir, se debe asegurar que todos los lechones tomen la primera leche de la madre a la que se conoce como calostro, y que es muy importante para el cerdito ya que le proporciona anticuerpos o defensas contra las enfermedades. Hay que poner a los más débiles en las tetas anteriores porque éstas producen mayor cantidad de leche.

d) Descolmillado.

El propósito del descolmillado es evitar lesiones en los pezones de las madres, además de prevenir que los cerdos se lastimen entre ellos por peleas y también darle mayor seguridad al operario. Normalmente, esta práctica se realiza al nacimiento y podemos cortar la punta de los colmillos o hacerlo a ras de la encía. En ambos casos se debe cortar parejo y fino, luego desinfectar con violeta de genciana para evitar infecciones.

e) Aplicación de hierro.

El objetivo de la aplicación de hierro es prevenir la anemia de los lechones que se presenta en las primeras etapas de su desarrollo, ya que la leche materna carece de hierro, por lo que debe suministrárseles una dosis a los 2 o 3 días de nacidos y otra dos semanas después. En los animales criados en el suelo no es muy necesario ya que estos obtienen el hierro del suelo. La forma más común del suministro de hierro es inyectado de manera intramuscular utilizando el producto Hierro dextrano.

f) Identificación.

La importancia de la identificación es poder llevar un buen control de los cerdos que serán destinados para la venta o que se apartarán para la reproducción. Los métodos más utilizados han sido los aretes o chapas, fierros.

g) Castración.

La castración consiste en eliminar los testículos de los cerdos y tiene como objetivo:

- ✓ Facilitar el crecimiento y engorde de los lechones.
- ✓ Evitar el mal olor de la carne (hormonas masculinas o berrinche.)
- ✓ La castración se debe realizar en las dos primeras semanas de vida de los lechones para que estos sufran menos y no debe practicarse junto con el destete, la vacunación o desparasitación, para evitar un estrés mayor.

9.5. Manejo alimenticio de los cerdos

La alimentación es el principal factor económico en la producción porcina, puede llegar a representar entre el 70% y 80% de los costos de producción de la granja (chancera). Es por eso que debe prestársele una atención especial a los programas de alimentación que permitan disminuir los gastos y aumentar los ingresos, para lograr que la producción de cerdos sea rentable. Lo primero es conocer los requerimientos nutricionales de los cerdos en cada una de sus etapas, para garantizar un buen desarrollo con el alimento que le vayamos a proporcionar.

Requerimientos proteicos energéticos de calcio y fósforo para cerdos según su estado en desarrollo.

Categorías/Peso	%PC	Kcal/Kg energía digestible	% Lisina	% Ca	% P
1-10 Kg	22	3700	1.35	0.9	0.5
10-20 Kg	20	3400	1.23	0.8	0.4
20-35 Kg	16	3400	1.04	0.6	0.3
35-60 Kg	14	3300	1	0.6	0.3
60-100 Kg	13	3200	1	0.6	0.3
Verracos	14	3000	0.7	0.8	0.5
Cerdos Lactantes	16	3150	0.8	0.9	0.5
Cerdos gestantes	14	3000	0.6	0.9	0.45

9. Tabla: Requerimientos Proteicos energéticos del cerdo Fuente (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Managua).

Las proteínas son compuestos esenciales en el crecimiento y desarrollo de los cerdos, las que son vitales en las primeras etapas de los animales, además son las que se encargan de formar la masa muscular de los mismos, es decir, que cuando damos proteínas estamos asegurando producir carne.

Cuando hablamos de kilocalorías nos referimos a la cantidad de energía que necesitan los animales para desarrollar todas sus funciones vitales, como el movimiento, digestión de los alimentos, reproducción y otros. Y el calcio y el fósforo son dos minerales de mucho valor como el oro. Son muy importantes durante todo el proceso de desarrollo de los animales. Están presentes en la formación de los huesos, especialmente durante la gestación y crecimiento de los lechones.

Categoría	Edad en días	Peso vivo en libras	Alimento diario en libras	Alimento consumido/ Categlbs.	% Proteína en el alimento	Conversión alimentación en libras
Cría o lechón	1-45	2-25	A voluntad	21	Mas 20	1/0.93
Crecimiento	42-77	25-55	1.5-2	55	16-18	1.8/1
Desarrollo	77-125	55-125	03-May	250	14-16	3.5/1
Engorde	125-200	125-200	05-Jun	350	13-14	4.5/1

10. Tabla: Etapas de crecimiento del cerdo. (Curso de Porcinocultura Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Managua).

En este cuadro aparece el nombre de la categoría y la edad que abarca en días, por ejemplo:

La que está en letra negrita llamada Crecimiento; su período va de los 42 a los 77 días de nacidos, donde inician con 25 libras y salen con 55 libras de peso.

La cantidad de alimento que consume un cerdo de esta categoría es de 1.5 a 2 libras diario, dejando como resultado un consumo de 55 libras durante esta etapa. Y como pueden ver el porcentaje de proteína que debe tener este concentrado es de un 16 a un 18%.

La conversión alimenticia es la cantidad de alimento que el cerdo consume para ganar una libra de peso vivo. En este caso tenemos que en esta categoría el animal necesita 1.8 libras de concentrado para subir en peso 1 libra.

En cuanto a la alimentación del verraco, se le debe suministrar 4 libras de concentrado diario aumentándola a cinco o seis cuando está en períodos de montas seguidas.

A las hembras vacías también se les brinda 4 libras de alimento al día y a las hembras preñadas igual proporción durante el primer tercio, en el segundo se brinda 6 libras y en el último tercio se le puede dar 8 libras diario, pero hay que

tener mucho cuidado con no engordar a la hembra para que no presente problemas al momento del parto.

En el caso de las hembras paridas deben consumir 4libras de alimento y por cada lechón se le debe dar media o una libra mas es decir si paren 10 cerdos hay que darle de concentrado las 4 de ella más 5 por el número de lechones que tienen que alimentar es decir un total de 9 libras de alimento para que puedan producir suficiente leche.

9.5.1. Otras alternativas de alimentación.

a) Maíz.

Los cerdos jóvenes, de 2 a 5 meses, utilizan eficientemente el grano entero, proporcionándoles de dos a cuatro libras diarias. Puede ser acompañado con suero líquido en la ración.

b) Yuca.

La yuca puede ser suministrada a los cerdos de tres formas: fresca, seca y molida como harina o bien en ensilaje. El uso de la yuca en la alimentación porcina debe estar acompañado siempre de un suplemento proteico. La yuca se ha constituido recientemente en una excelente fuente energética para cerdos. El valor nutricional de la yuca es el siguiente (en promedio): De 60 a 55% de agua, de 30 a 35% de carbohidratos, de 1 a 2% de proteína cruda y de 0.2 a 0.6% de grasa.

El ácido cianhídrico (veneno) presente en hojas y tallos es un factor tóxico que ha limitado la utilización de yuca en la alimentación porcina. La mejor práctica para reducir el efecto del veneno es cortar la yuca en trozos pequeños y exponerlos al sol para secarlos durante dos o tres días.

c) Suero líquido.

Contiene proteína de maíz de buena calidad, se puede suministrar a libre voluntad. Puede sustituir la fuente de proteína cuando se usa con maíz; la dificultad de su manejo limita su uso.

9.6. Situación de la porcinocultura en Nicaragua

Históricamente la crianza de cerdos la ha desarrollado el campesino, quien tradicionalmente la ha utilizado como fuente básica de proteína y manteca para cocinar.

El hato porcino se ha reducido drásticamente, pasando de 710 mil cabezas en 1978 a unos 510 mil en 1982, producto de la conjugación de varios factores, entre ellos la guerra insurreccional de 1979.

A partir de 1988 con las medidas macroeconómicas tomadas por el gobierno, la porcinocultura intensiva entró en una gran crisis por el costo que alcanzaron los concentrados y el bajo poder adquisitivo de la población que no le permitió consumir carne de cerdo de granja.

Esto ocasionó una disminución del sector que se redujo drásticamente junto con el sector semi tecnificado. Actualmente la población porcina es de 400 mil cabezas.

9.7. Ventajas de la producción porcina.

- ✓ Los cerdos pueden criarse en cualquier cantidad, ya sea en grandes o pequeñas granjas
- ✓ Las ganancias se logran más pronto que con otras empresas.
- ✓ Su alimentación puede ser variable: (omnívoros) desperdicios, pastos, subproductos, etc...
- ✓ Un kilogramo de carne de cerdo puede producirse con sólo 2.5 a 3 kilogramos de alimento balanceado.
- ✓ Los cerdos pueden ser criados en pastoreo con poca inversión.

- ✓ El mercado de carne de cerdo es bastante estable.
- ✓ Se aprovecha al máximo: carne, grasa, cerdas, piel etc.
- ✓ Son prolíferos: paren un promedio de 12 lechones y producen 2 camadas por año.
- ✓ Tienen un rendimiento en canal del 65 al 80% del Peso Vivo.
- ✓ Necesitan poco espacio vital.

9.8. Manejo Sanitario.

9.8.1. Principales enfermedades de los cerdos.

a) Cólera porcino.

¿Qué es el cólera porcino?

El cólera porcino es una enfermedad muy contagiosa, causada por una bacteria, la cual se caracteriza por manchas rojas en el cuerpo, fiebre alta (41° C), diarrea, y mortalidad muy grande.

¿Cómo se transmite el cólera porcino?

El cólera porcino se propaga en:

- ✓ Desperdicios, alimentos o aguas procedentes de granjas infectadas.
- ✓ El contacto entre cerdos infectados y sanos.
- ✓ Personas que viajan entre una granja infectada y una sana.
- ✓ De animales vacunados a animales sanos no vacunados.

Síntomas de un cerdo infectado con cólera porcino.

- ✓ Un cerdo infectado sufre un rápido aumento de la temperatura de lo normal de 39°C hasta arriba de 40°C.
- ✓ Debilidad en las patas traseras.

- ✓ Enrojecimiento o manchas de color rojizo en las orejas, hocico, cola y abdomen.
- ✓ Excremento con sangre.
- ✓ Tambaleo al caminar.
- ✓ Pierden el apetito.
- ✓ Tos.

¿Qué se debe hacer con los cerdos que están enfermos de cólera?

- ✓ Avisar al MAG- FOR, para que éstos puedan controlar la propagación de la enfermedad.
- ✓ Aislar los animales enfermos de los sanos.
- ✓ No tratarlos con ningún medicamento.
- ✓ En áreas donde no se ha hecho erradicación de la enfermedad, es aconsejable eliminar los enfermos y vacunar los que están sanos.

b) Colibacilosis (diarrea blanca de los lechones).

Es una enfermedad infecciosa y contagiosa, causada por la bacteria *Escherichiacoli*, que afecta principalmente a los lechones menores de 2 semanas y caracterizada por diarrea.

¿Cómo se transmite la Colibacilosis?

El microorganismo se transmite fácilmente de un animal a otro por ingestión de alimentos o agua contaminada o también por las tetas de la madre.

Síntomas de los lechones infectados por colibacilosis.

- ✓ Temperatura muy elevada (hasta 40.5°C).
- ✓ Diarrea acuosa blanco amarillenta
- ✓ Deshidratación y pérdida de peso.
- ✓ En una camada pueden morir hasta un 70%, en la primera semana de edad y un 40% después de las 2 semanas.

¿Cómo tratar la Colibacilosis?

La terapia está orientada a eliminar la colibacilosis, disminuir las pérdidas de líquidos por la diarrea.

Los medicamentos más eficaces son:

- ✓ Trimetoprin
- ✓ Oxitetraciclina
- ✓ Preparados vitamínicos.
- ✓ Dar suero para evitar las pérdidas de sodio, potasio y vitaminas, haciendo uso de un suero casero.

c) Anemia ferro priva de los lechones

Este problema puede presentarse en cerdos de todas las edades y, la principal causa de su aparición en porcinos jóvenes, es que nacen con un aporte limitado de hierro, que es un nutriente que se requiere para la formación de la hemoglobina sanguínea. En los lechones, el consumo de hierro es bajo, debido, por una parte, a que la leche de la cerda es deficiente en este mineral y, por la otra, a que el recién nacido no tiene contacto directo con la tierra, la cual representa una buena fuente de hierro.

Signos y síntomas.

En lechones:

Crecimiento retrasado, apatía, pelaje áspero, piel arrugada, palidez de las membranas mucosas y dificultad respiratoria.

Prevención y tratamiento:

Aplicación de hierro.

d) Parásitos internos que afectan a los cerdos.

Los cerdos al igual que otras especies de animales son afectados por parásitos que atacan en el estómago, intestinos y pulmones.

Sintomatología

Principalmente son afectados los animales menores de 1 año y sobre todo en sus primeros meses de vida.

En el curso agudo se observan mayormente signos generales, tales como: inapetencia, adelgazamiento, depresión, debilidad, pelo erizo, un abdomen distendido. En las infestaciones gastrointestinales suelen presentarse además diarreas acuosas, mucosas o sanguinolentas de color pálido, verdusco o negro dependiendo de determinado parásito, éstas frecuentemente conducen a una deshidratación.

En el curso crónico, además de los síntomas antes mencionados, se presenta en los animales crecimiento retardado, y además en casos prolongados es típico el desarrollo de edemas sub mandibulares y anemias debido a una baja en el nivel de las proteínas.

Cuando no son tratados los animales, pueden entrar en un estado extremadamente flaco y morir después de unas semanas hasta unos meses.

¿Cómo prevenir y controlar los parásitos?

Uso de antiparasitarios

Como regla general siempre que se da un tratamiento antiparasitario, es importante aislar los animales por 2 días después de la desparasitación y sacar las heces de forma regular.

Desparasitar:

- ✓ Los lechones por primera vez al destete y por segunda vez 4 semanas después.
- ✓ Los lechones después de la segunda desparasitación cada 2 meses, hasta que son sacrificados o alcanzan la edad reproductora.
- ✓ Las cerdas después del destete.
- ✓ Las cerdas preñadas aproximadamente 1 a 2 semanas antes del parto.
- ✓ Desparasitar los verracos por lo menos 2 veces, pero preferiblemente 4 veces al año.

En sistemas intensivos

Es de alta importancia limpiar y lavar bien los cubículos diariamente, y sobre todo cuando se encuentra un gran número de lechones dentro de un cubículo. Además, se deben mantener limpios los comedores y bebederos. También es importante la condición del suelo. Para mantener un buen estado higiénico es necesario que se construya de concreto con una superficie pareja y con buen drenaje, para que no puedan acumularse los huevos y larvas de los endoparásitos. En caso de que el suelo sea de tierra, se debe por lo menos garantizar que no haya encharcamiento.

En sistemas extensivos

Por lo menos los animales se deben alojar durante la noche en sitios secos, los que se deberían limpiar de vez en cuando. Animales amarrados por mucho tiempo necesitan sitios secos, sombríos y limpios, y con respecto a su alimentación se debe tener cuidado que el alimento y agua no se contaminen con los excrementos. Es importante complementar las desparasitaciones con la aplicación de vitaminas a razón de las siguientes dosis según categoría de los cerdos:

Animales adultos..... De 2 a 3 cc.

Animales en desarrollo..... De 1 a 1.5 cc.

Animales pequeños..... 0.5 cc.

9.9. Instalaciones porcinas.

Instalaciones: Son las construcciones o locales destinados a albergar a los cerdos durante el tiempo que tardan en la granja, además de otras utilizadas como bodega (para almacenar el alimento y guardarlos equipos de trabajo).

Es importante utilizar para la construcción de las instalaciones materiales disponibles en la región, los cuales deben de ser duraderos y resistentes, ya que estos influyen directamente en los costos de producción.

Condiciones generales que deben reunir las instalaciones:

- ✓ Deben ser frescas en verano y proporcionar suficiente calor en invierno (20- 22°C). Las altas temperaturas (mayores de 30°C) pueden ocasionar en los cerdos: choques de calor (anorexia, crecimiento lento y abortos).
- ✓ Ofrecerán buena ventilación, pero sin permitir corrientes de aire que puedan perjudicar la salud de los animales sobre todo en los meses de invierno.
- ✓ Poseerán suficiente instalaciones anexas para preparación y distribución de los animales y para realizar la higiene de los animales. No deben existir construcciones innecesarias que encarezcan las instalaciones.
- ✓ Tendrán un buen sistema de drenaje para que los pisos estén exentos de humedad que provenga del subsuelo, de las aguas de la limpieza o de la orina.

- ✓ La construcción debe ser de 30-50 cm sobre el nivel del suelo. El diseño más común es el rectangular con un pasillo de servicio en el centro (1. 2 m de pasillo).
- ✓ La chanchera debe ubicarse en lugares altos, secos y de fácil drenaje.
- ✓ Es recomendable ofrecer protección contra vientos fuertes y húmedos utilizando al máximo los recursos naturales, como son los árboles que puedan actuar como rompe viento, además de ofrecer sombra.

9.9.1. Construcción de las Instalaciones.

Paredes y divisiones internas. Desde el punto de vista higiénico, es recomendable construir paredes de bloques o ladrillos revestidos de cemento. Las construcciones de maderas duraderas son también buenas y económicas, aunque son más difíciles de higienizar.

Altura de los muros externos: 1.00 m.

Altura de los muros internos: 1.00 m.

Los muros para sementales (macho reproductor) deben ser un poco más alto, para evitar que estos se escapen, recomendándose 1.60 m para los externos y 1.40 para en los internos.

a) Techos:

Los materiales que se utilizan para su construcción son: tejas, aluminio, chapa de zinc, fibrocemento, palma, paja y tablillas de maderas. La altura de los techos en la parte más baja es de 2.0- 2.5m., y la parte más alta varía de 2.5-3.0 m.

b) Puertas:

La anchura no debe ser menor de 1 m. de tal manera que facilite el pase del carretillo

c) Pisos:

Lo más recomendable son los de concreto (fácil limpieza y desinfección) con un espesor de 10 a 20cm lo que permite que no se filtre la humedad de los corrales. El desnivel debe ser del 3-5% para facilitar el drenaje y la limpieza. Se debe tener cuidado que el piso no quede muy liso.

A lo largo del pasillo debe existir un canal semicircular y pulido de 10cm de diámetro para el drenaje de las orinas.

VII. Estudio de Mercado.

1. Objetivos.

Objetivo General:

- Determinar la demanda del producto del sistema de producción de biogás y generación de energía eléctrica a través de biomasa de cerdos en la ciudad de La Paz Centro.

Objetivos Específicos:

- Identificar la aceptación del proyecto por los dueños de fincas.
- Determinar el tipo de comercialización a realizar.
- Brindar datos de la posible competencia.

ESTUDIO DE MERCADO

2. Descripción del proceso de generación de biogás y energía eléctrica:

Primeramente, el desarrollo de este sistema inicia con el diseño de construcción del Biodigestor y todos los componentes que conformarán un sistema de generación de biogás y energía eléctrica a través de biomasa de cerdos, la cual será elaborada con los cálculos pertinentes de los valores reales obtenidos en el estudio del mismo.

A continuación, se dará paso a la recolección de heces de cerdos día a día para combinarla con la proporción de agua establecida para cargar nuestro digestor con la biomasa.

Después de un periodo de tiempo de retención (30 días) de la biomasa y al haber ocurrido el efecto anaeróbico en el digestor, se da origen al biogás. Permitiendo así darle uso doméstico en la cocina y desviando un flujo de gas para la generación de energía eléctrica.

La energía eléctrica será obtenida por medio de un generador eléctrico que funcione a base de gas como materia prima y tendrá una potencia que estará de acuerdo al censo de carga y consumo de local donde se desarrollará el proyecto.

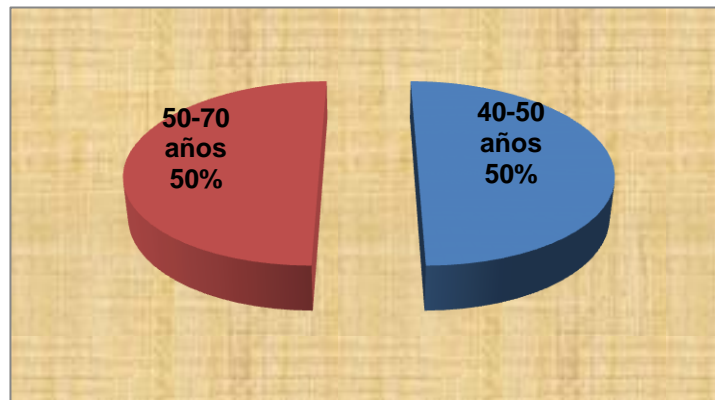
3. Análisis de la demanda.

Hasta la fecha, no existen proyectos desarrollados de generación de biogás en nuestra ciudad y sus alrededores, presumiendo que se desconoce de este tipo de tecnología en el lugar o bien, que no existen muchos lugares en el que se desarrolle su materia prima en gran cantidad (heces de cerdo) para la producción de biogás.

4. Análisis y resultados de la encuesta aplicada, para el estudio del mercado.

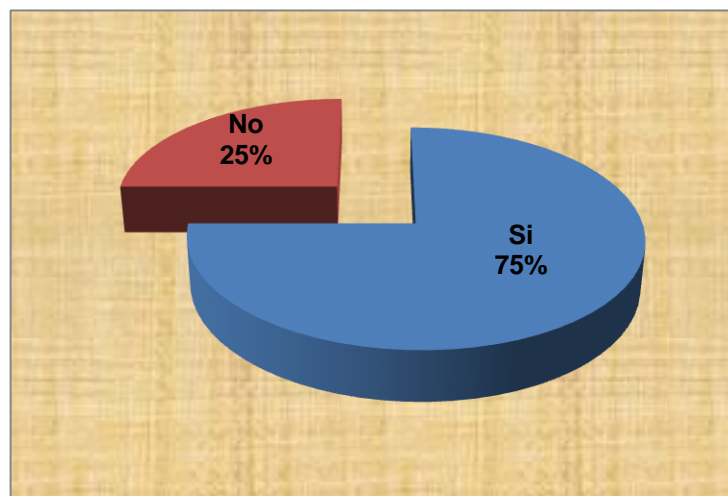
En la encuesta realizada aplicada a 8 personas de distintas fincas en la ciudad de La Paz Centro donde se desarrollan criaderos de cerdos, obtuvimos los siguientes resultados:

1) ¿Qué edad tiene usted?



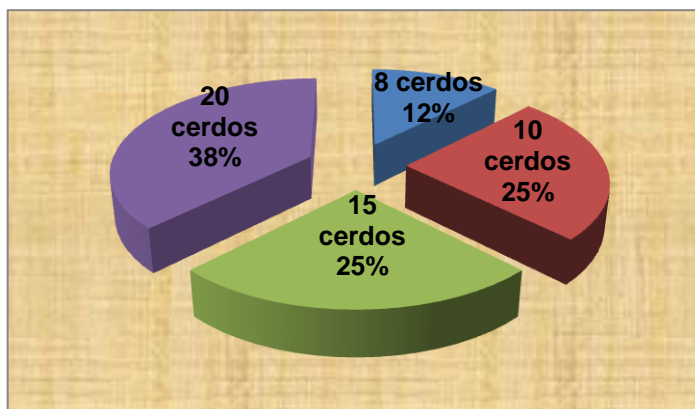
Como podemos observar en el gráfico anterior, el 50% de la población encuestada tiene una edad entre los 40 a 50 años y el otro 50% oscila entre las edades de 50 a 70 años.

2) ¿Es usted dueño (a) de alguna chanchera?



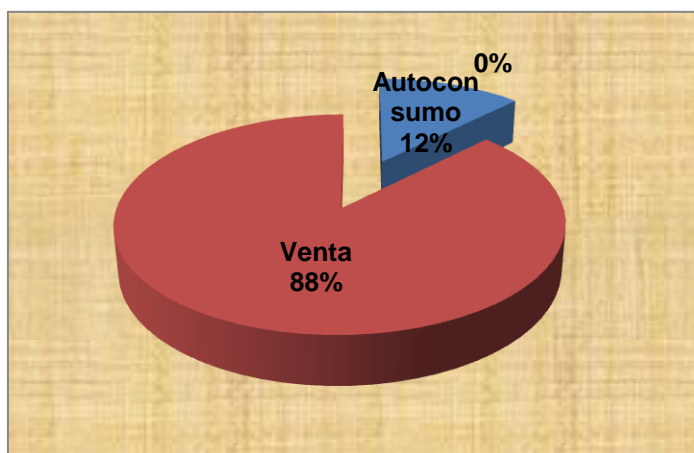
Este gráfico muestra que de las 8 personas encuestadas se obtuvo: el 75% son los dueños de las chancheras, el 25% restante son trabajadores de la finca.

3) ¿Cuántos cerdos cría en su chanchera?



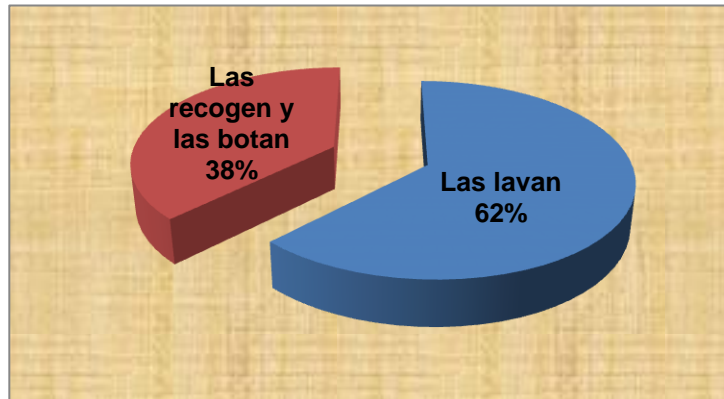
En el siguiente gráfico se puede observar que: el 12% de las personas encuestadas cría 8 cerdos, el 25% crían la cantidad de 10 cerdos, el otro 25% crían 15 cerdos y el 38% crían 20 cerdos.

4) ¿Cuál es el destino final de estos cerdos?



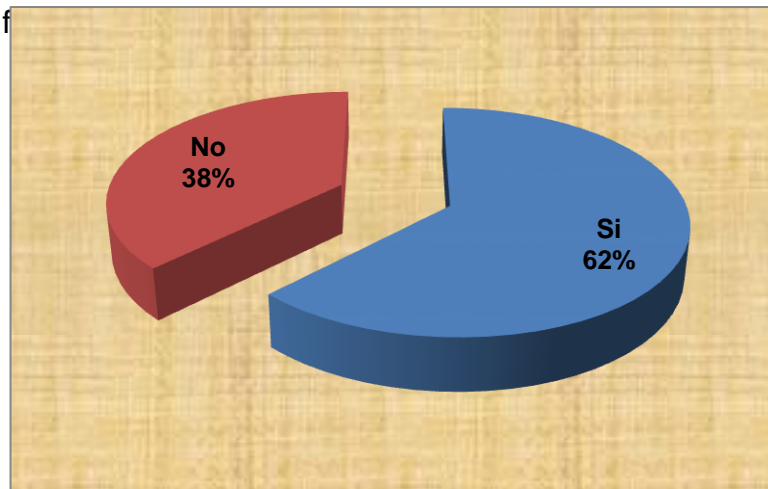
Se puede observar en este gráfico que: el 88% de las personas dedican los cerdos a la venta, y el 12% restante utiliza los cerdos que cría para autoconsumo.

5) ¿Qué hace usted con las heces que producen sus cerdos?



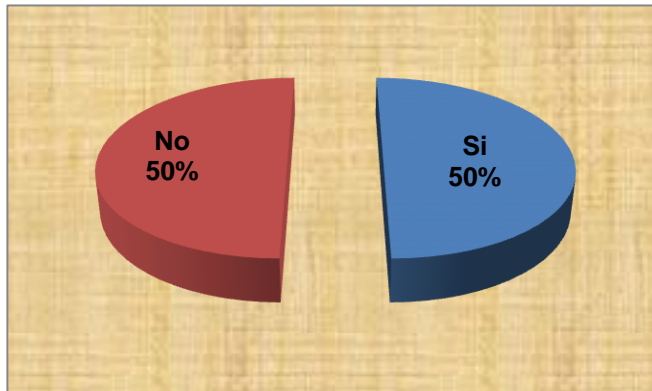
En el gráfico se puede observar que el 62% de la población encuestada lavan las heces de los cerdos y el otro 38% de la población las recoge y luego las bota.

6) ¿Considera que estos desperdicios (heces) son un problema para su usted y su f



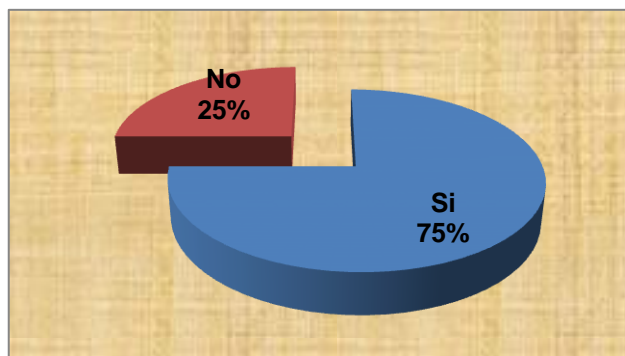
El 62% de la población encuestada dijo que estos desperdicios (heces) sí son un problema para la familia, el restante 38% de la población no lo consideran un problema.

- 7) ¿Conoce usted o ha escuchado hablar de un sistema de generación de biogás a través de biomasa (heces de cerdos)?



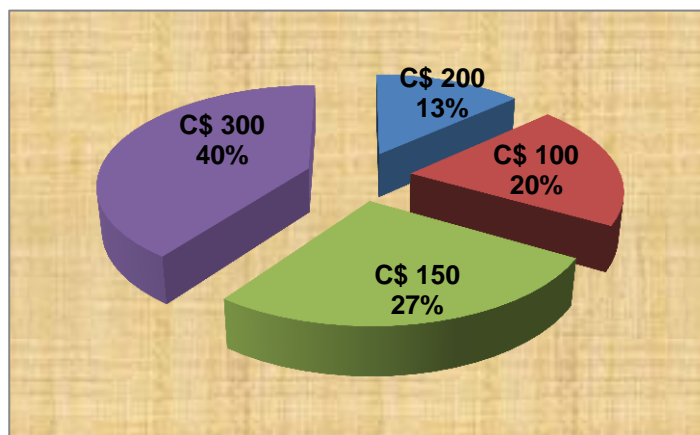
Se puede observar que el 50% de la población si ha escuchado hablar de los sistemas de producción de biogás y el otro 50% dice no conocer y ni haber escuchado hablar de los sistemas de producción de biogás.

- 8) ¿Cuenta con energía eléctrica en la finca o en el área de la chanchera?



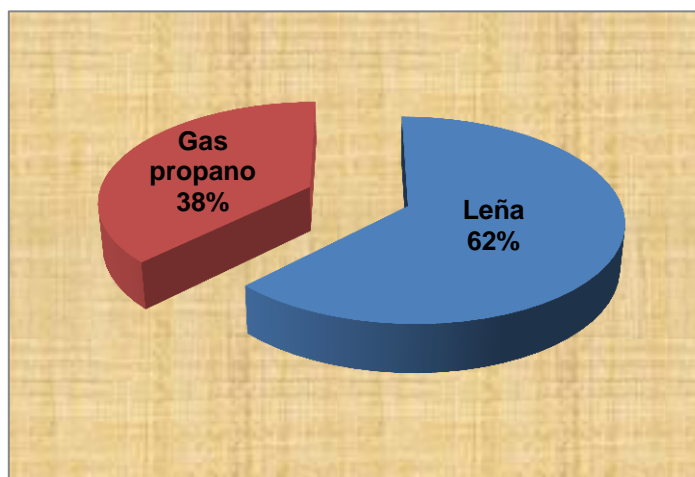
En este gráfico se puede observar que el 75% de la población encuetada si cuentan con el servicio de energía eléctrica y el 25% restante de la población no cuentan con energía eléctrica.

9) ¿Cuánto paga de energía Eléctrica?



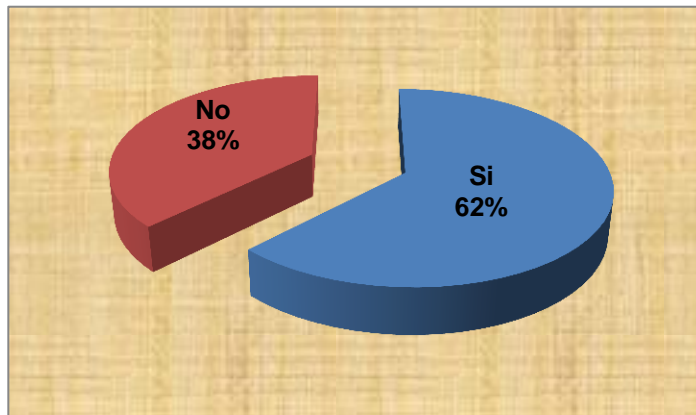
Podemos observar que el 40% de la población paga C\$300, el 27% paga C\$150, el siguiente 20% paga C\$100 y el 12% restante paga C\$200 mensualmente por contar con el servicio de energía eléctrica.

10) ¿Usted utiliza leña o gas propano para producir fuego en la cocina?



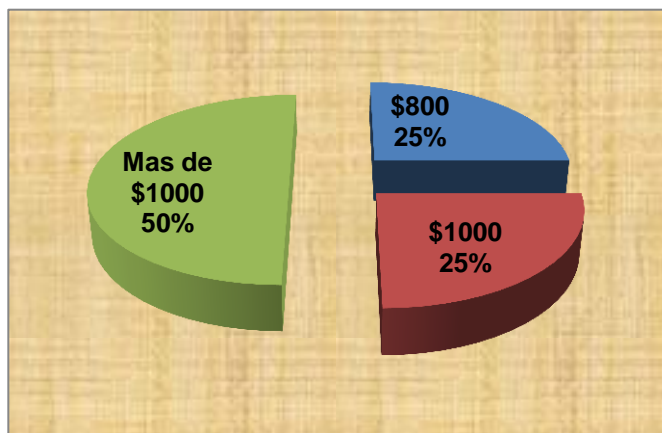
En el gráfico se puede observar que el 62% de la población utiliza leña a la hora de cocinar los alimentos y sólo un 38% utiliza gas propano.

11) ¿Le interesaría un sistema de producción de biogás y generación de energía eléctrica en su finca?



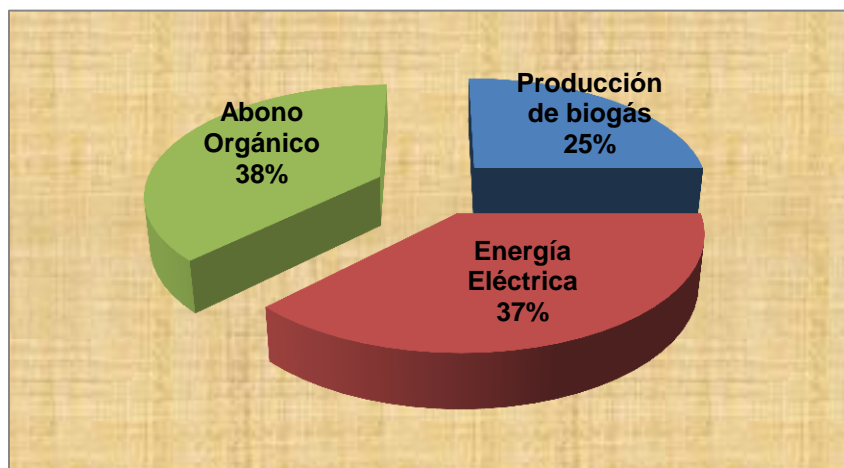
Se puede determinar en el siguiente gráfico que un 62% de la población le interesaría un sistema de producción de biogás en su finca y un 38% dijo que no están interesados.

12) ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema de producción de biogás?



En el grafico se puede observar las distintas cantidades de dinero que la población estaría dispuesta a invertir en un sistema de producción de biogás: el 50% de la población dijo que estaría dispuesta a invertir más de \$1,000; un 25% dijo que \$800 y el otro 25% restante dijo que \$1,000.

13) ¿Conoce usted algunos de los beneficios que brinda este sistema?



Se puede observar en el siguiente gráfico el porcentaje de conocimiento que la población tiene acerca de los beneficios que brinda un Biodigestor: el 38% de la población dijo conocer el beneficio del abono orgánico, otro 37% dijo conocer el beneficio de la energía eléctrica y el 25% restante dijo conocer el beneficio de la producción de biogás para autoconsumo.

5. Análisis de la oferta

Fortalezas:

Producto ofertado es de primera calidad.

Producto de gran importancia para los dueños de fincas.

Producto que permitirá el desarrollo en la finca donde se aplique el sistema.

Oportunidades:

Crecimiento potencial de la demanda del producto.

Debilidades:

Precio variable en dependencia de la magnitud y lugar donde se desarrolle el sistema

Amenazas:

Decremento de la producción de biomasa.

Precio

Factor considerado para la formación de precios:

- ✓ Calidad del producto ofrecido.

El precio estará en dependencia del lugar donde se desarrollará el sistema, así también la magnitud del mismo, es decir el tamaño del sistema, que estará de acuerdo a las exigencia de lo que se necesite producir (biogás, energía eléctrica).

Competencia

Nula, ya que no existe hasta el momento ningún sistema desarrollado en la ciudad.

Comercialización del servicio.

Estrategias de venta:

Los medios de comercialización serán las siguientes propuestas:

- ✓ Broshures distribuidos entre los ciudadanos de la localidad con el contenido de todo el sistema.
- ✓ Charlas informativas a dueños de fincas o chancheras.

6. Conclusiones del estudio de Mercado.

El desarrollo de este tipo de tecnología para generar metano y producir energía eléctrica y calorífica, son grandes avances que el hombre a apropiado para evitar la destrucción del ecosistema, poder tener un mejor desarrollo económico y aprovecha lo que la naturaleza nos ofrece.

El estudio de mercado nos brinda la información útil y el porqué de poder desarrollar este proyecto en la Quinta Campo Amor de la ciudad de La Paz Centro. La aceptación del mismo, posible competencia y comercialización son datos requeridos para la proyección y los estudios siguientes.

VIII. Estudio Técnico.

1. Objetivos.

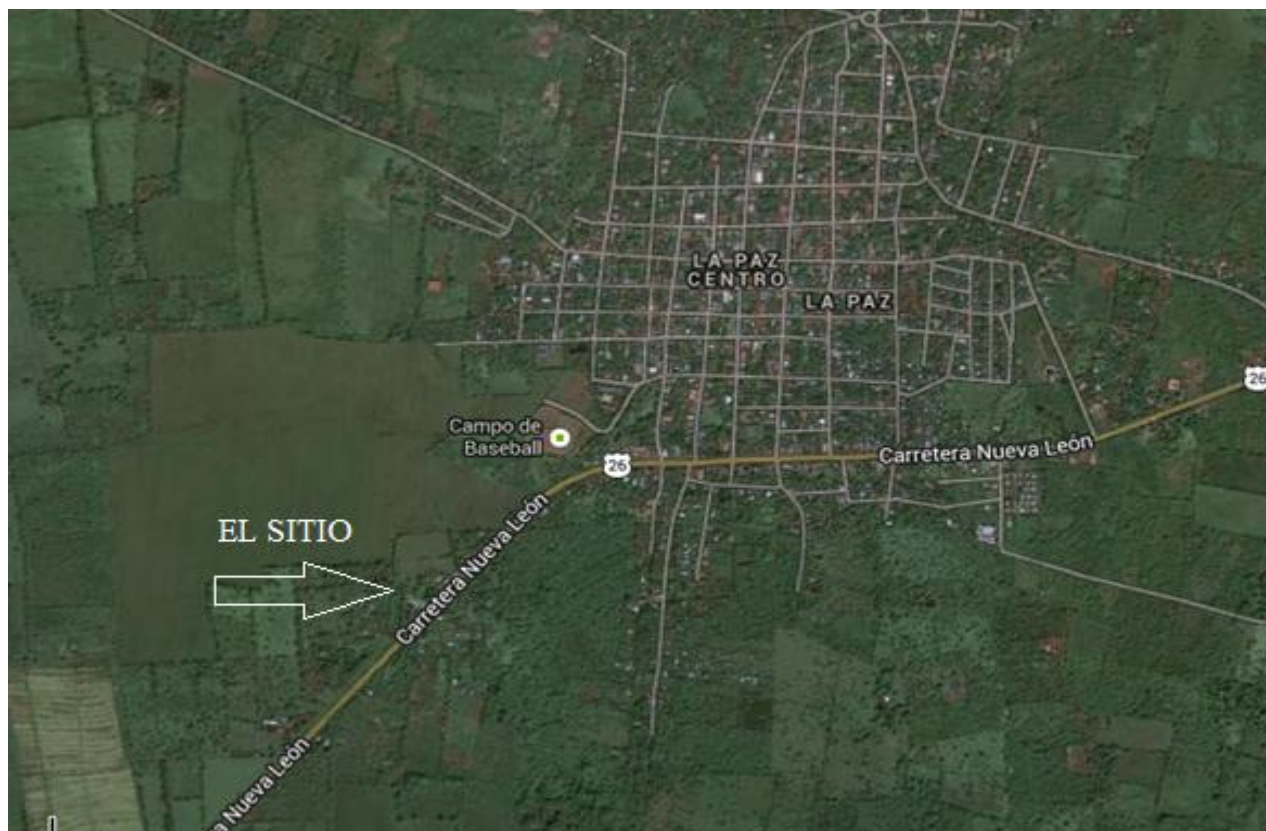
Objetivo General:

- Determinar el tamaño, las condiciones y los elementos donde se desarrollará el proyecto: estudio técnico-económico de la producción de biogás a partir de biomasa de cerdos en la “Quinta Campo Amor” ubicada en La Paz Centro, León.

Objetivos Específicos:

- Establecer la localización del proyecto.
- Determinar el tamaño del proyecto.

2. Macro localización



8) Imagen: Macro localización del lugar del proyecto (Google map).

La “Quinta Campo Amor” donde se realizará el estudio se encuentra ubicada a 1 ½ kilómetro de la ciudad de La Paz Centro a orillas de la carretera nueva a León en el kilómetro 57.

3. Micro localización.



9) Imagen: Micro localización del lugar del proyecto (Google map).

Característica del local:

- ❖ Área de la quinta: 2 1/2 manzanas
- ❖ Habitantes de la finca: 5 personas.
- ❖ cuenta con energía eléctrica
- ❖ no cuenta con agua potable.
- ❖ Consta con una casa, las chancheras y una bodega.

4. Ingeniería del Proyecto.

4.1. Descripción del proceso de obtención de biogás y energía eléctrica:

El proceso por el cual se desarrolla la obtención de biogás comienza primeramente con la recopilación de las muestras de heces en las cuatro chancheras de la finca en estudio. El tiempo de visita para la recolección de datos fue de 15 visitas a lo largo del mes de septiembre, octubre y noviembre del año 2014, para tener una muestra más amplia y así poder tener un mejor control de la variabilidad de las muestras.

Luego de tener recopilada la información, nos damos la tarea de calcular cuánto biogás podemos obtener de estas heces y con esto determinar el volumen de nuestro digestor.

Con los cálculos obtenidos de cuánto biogás podemos obtener y qué digestor se puede utilizar, podemos brindar la cantidad que se podría consumir de biogás al día tanto en el área doméstica (cocinas de fogones) como en el consumo de energía eléctrica, que esto, a su vez, estará en dependencia de la capacidad de biogás generado o de lo que se quiere y se puede consumir en la finca.

Una vez establecidos claramente estos puntos, procedemos a la tarea de desglosar paso a paso el diseño de nuestro digestor, mencionando sus partes y estructuras; así también formular un debido presupuesto del mismo, plasmar su ubicación en el local estudiado y las tuberías de gas hacia la cocina de la vivienda de la finca y el lugar donde estará el generador.

Se seleccionará un generador que funcione a base de gas para la generación de energía eléctrica, este estará diseñado de acuerdo al censo de carga y la capacidad de gas generado para su alimentación.

Para finalizar, se estimará el valor económico del proyecto diseñado en este estudio.

4.2. Tecnología:

- ❖ Biodigestor.
- ❖ Generador a base de gas.
- ❖ Tubería de gas y Accesorios de instalación.

5. Condiciones locales:

5.1. Relación:

5.1.1. Con el medio ambiente.

- a) Reducción de la producción de gas metano. El excremento en estado natural expulsa grandes cantidades al espacio de este gas que es uno de los más perjudiciales para la capa de ozono.
- b) Evita los malos olores entre el 90 y 100%.

- c) Se evita la contaminación de suelos y agua. Los excrementos constituyen uno de los elementos más contaminantes de nuestro medio ambiente.
- d) Disminuye la tala de árboles para ser utilizados como combustible. Los Biodigestores son una de las grandes posibilidades para evitar la tala desmedida. La producción de fertilizante orgánico es una opción para cambiar la agricultura tradicional por una orgánica, el afluente del biodigestor es una excelente alternativa.
- e) No se produce humo; este es uno de los males que afecta la salud de las mujeres del campo.
- f) Permite un manejo adecuado de los desechos.
- g) No se da la proliferación de insectos.

5.1.2. Con el bienestar familiar.

- a) Se evita el hollín de los trastos, techo y toda la casa. Cuando se cocina con leña es inevitable, la familia tiene que construir una cocina aparte de la casa para evitar los efectos del humo. Además, debe invertir para la reposición de trastos y techo para su casa, lo que se traduce en un gasto económico.
- b) La búsqueda de leña se reduce, por tanto se aminora o se suprime este trabajo en mujeres y niños.
- c) No hay peligro de explosiones, el cilindro de gas tradicional siempre es un peligro constante; el biodigestor nunca podrá ser una amenaza dentro de una casa.
- d) Mejora la economía familiar.
- e) Es muy rápido para cocinar. Este gas tiene una llama azul con una alta concentración de calor, lo que facilita una cocción rápida.

- f) El fuego del biodigestor se prende sólo cuando se requiere de él. En el caso de cocinas con leña, esta debe estar todo el día prendida y supone peligros.
- g) Cualquier miembro de la familia puede colaborar en la preparación de los alimentos por las ventajas que tiene el gas del biodigestor en la casa.
- h) Las reparaciones del biodigestor son sencillas. Cuando se tiene un conocimiento mínimo de cómo manejarlo, se puede realizar sin problemas.
- i) Es una inversión de bajo costo para la familia. Muchos materiales los puede obtener de su finca y gran parte de la mano de obra la aporta la familia, y el técnico sólo debe ofrecer la asesoría.
- j) Es una inversión para muchos años. Según datos, los materiales utilizados en la construcción del biodigestor, dependiendo del tipo de sistema, garantizan que será una actividad que dura desde 2 años en el caso de polietileno, hasta 30 años y más en construcciones de material noble.
- k) El mantenimiento es de bajo costo. En lo que puede tener problemas es con el plástico y este se puede cambiar o reparar sin mucha inversión de dinero.

IX. Marco legal del proyecto.

1. LEY GENERAL DE SALUD.

LEY No. 423, aprobada el 14 de Marzo del 2002.

CAPÍTULO III

DE LA PROHIBICIÓN DE CRIANZA DE ANIMALES EN ÁREAS URBANAS.

Artículo 71.- Se prohíbe dentro de áreas urbanas, la instalación de establos o granjas para crear o albergar ganado, vacas, caballos, cabras, cerdos, aves de corral, así como otras especies que alteren o expongan a riesgo, la salud y vida humana.

Según la Ley General de Salud, en el capítulo III, artículo 71 queda totalmente prohibida la crianza de cualquier tipo de animal que exponga a riesgo la salud y vida humana en áreas urbanas, esta ley no perjudica nuestra zona de trabajo ya que la Quinta Campo Amor está ubicada en las afueras de la Ciudad de La Paz Centro.

Durante una visita realizada al Hospitalito de La Paz Centro donde fuimos atendidos por el Dr. Fráncico Vega encargado de salud ambiental de la Ciudad, nos dijo que actualmente existen 32 destaces clandestinos de los cuales ninguno está inscrito en la Alcaldía.

De parte del MINSA, se realizan visitas para observar la higiene a la hora del destace que por lo general se realizan los días viernes en los distintos puntos. A parte de las visitas a estos lugares, se les pide que cumplan con las mínimas medidas para los distintos puntos de las chancheras, entre ellos: el pasillo debe tener 1.2m de ancho, los muros deben alcanzar una altura de 1m, las puertas de

entrada de los cerdos deben tener 1m de ancho y la altura máxima del techo debe ser 3m del punto más bajo al punto más alto.

También se les pide que los chiqueros sean lavados continuamente, especialmente después que los cerdos hayan defecado. Con nuestro proyecto tratamos de brindar una solución para el trato de las heces, las cuales serían utilizadas como materia prima para la generación de biogás.

2. Higiene:

El local cuenta con una excelente higiene tanto en el área de la casa de la Quinta como en las chancheras, ya que estas mismas son lavadas 2 veces a día luego de cada tiempo de alimentación y defecación de los cerdos.

3. Localización y acceso a las instalaciones:

La Quinta Campo Amor donde se realizará el estudio se encuentra ubicada a 1 ½ kilómetro de la ciudad de La Paz Centro a orillas de la carretera nueva a León en el kilómetro 57, es por ello que su buena accesibilidad al lugar permite un mejor desempeño del estudio y el desarrollo de la Quinta.

4. Seguridad presentada en la Quinta:

Cuando hablamos de términos de seguridad no es más que las buenas condiciones y cuidados que presenta la Quinta en el momento en que se ejecutará este proyecto, ya que el biodigestor al estar a la intemperie podría sufrir daños si no se muestran las medidas de seguridad pertinentes.

En la Quinta Campo Amor se encuentran estas condiciones, ya que el biodigestor diseñado estaría aislado de animales o cualquier fuerza externa que pueda perjudicar al mismo; cabe mencionar que los habitantes de este lugar son personas responsables, capaces de desarrollar medidas de seguridad para el proyecto diseñado.

5. Precios y listas de materiales del proyecto diseñado

Materiales para el diseño de la fosa del biodigestor			
Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Hierro 3/8 estándar	5 varillas	120	600
Hierro 1/4 estándar	7 varillas	100	700
Arena	1 m ³	500	500
Piedrín	1/2 m ³	300	300
Cemento	4 bolsas	240	960
Total C\$			3,060
Total U\$			115.47

11. Tabla: Lista de materiales de la fosa del Biodigestor (fuente propia).

Materiales para el diseño del biodigestor			
Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Plástico de polietileno	Una bolsa de 5m ³	5000	5000
Tubo de 3" pvc	1	300	300
Cintas de hule	4 mts	40	160
Bridas metálicas de 4"	4	80	320
Valdés plásticos de 12 litros	2	100	200
Total C\$			5,980
Total U\$			225.66

12. Tabla: Lista de materiales del Biodigestor (fuente propia).

Materiales para el diseño de la casa de protección del Biodigestor			
Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Tubo de hierro de 2"	3	350	1050
Madera de 2x2x6"	4	200	800
Zinc de 12 pies # 28	3	300	900
Clavos de zinc	2 libras	30	60
Pintura anticorrosiva	1/4 de pintura	100	100
Bolsa de basura	12 bolsas	5	60
Clavos de 3"	2 libras	25	50
Total C\$			3,020
Total U\$			113.96

13. Tabla: Lista de materiales del techo del Biodigestor (fuente propia).

Materiales el diseño de la base y caseta de protección del generador			
Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Arena	Precios no incluidos en esta tabla debido a que están tomados en cuenta en los materiales restantes de la elaboración del Biodigestor y su caseta.		
Piedrín			
Cemento			
Zinc			
Maya ciclón	20 pies ²	12	240
Tubo cuadrado de 1"	1	250	250
Pernos para base del generador de 1/4"	4	15	60
Total C\$			550
Total U\$			20.75

14. Tabla: Lista de materiales de la caseta del generador (fuente propia).

Generador eléctrico y materiales de tubería de gas				
Nº	Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
1	Tubo de 1/2" acero al carbón	2	273	546
2	Tee de 1/2" con hilo acero al carbón	2	17	34
3	Codos de 1/2" con hilo acero al carbón de 90°	8	13	104
4	Reductor hembra de bronce de 1/2" a 3/8" macho, cañería a flare	1	50	50
5	Manguera flexible para gas de 2pies de largo de 3/8" flare hembra	1	200	200
6	Bridas metálicas de 1/2"	6	5	30
7	Válvula de cierre de 1/2" de bronce	2	120	240
8	Válvula de cierre de 1/2" de cpvc	1	50	50
9	Cinta teflón de 3/4"x 50m	1	80	80
10	Teflón liquido	1	300	300
11	Hilos de los niples de toda la tubería	20	25	500
12	Filtro para limpieza y olor del gas	1	270	270
13	Válvula cheques de bronce de 1/2"	1	150	150
14	Válvula reguladora de presión	1	750	750
15	Generador eléctrico a base de gas natural marca power pro	1	7500	7500
	Total C\$			10804
	Total U\$			407.70

15. Tabla: Lista de materiales de tubería de gas y generador (fuente propia).

Costo de transporte para el diseño del proyecto				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Transporte de materiales y todos los accesorios	Viajes	2	750	1500
Total C\$				1500
Total u\$				56.60

16. Tabla: Precios de transporte (fuente propia).

Costo de las actividades formuladas		
Actividades	Días/ trabajados por hombres	Costo por días trabajados C\$
Limpieza del lugar	1	0
Excavación	1	700
Armado de hierro	1	500
Fundición y remate de embaldosado	2	2500
Construcción del Biodigestor(embolsado, tubería de entrada, tubería de salida y conexión de salida de gas)	3	3000
Construcción de la casa de protección del Biodigestor	1	1000
Elaboración de tubería para alimentación de gas para la cocina	1	1400
Construcción de tubería de alimentación de gas hacia el generador	1	1300
Instalación del generador	1	2500
Total C\$		12900
Total u\$		486.79

17. Tabla: Costo de las actividades (fuente propia).






Actividades iniciales para el diseño del proyecto			
Actividad	Días/hombre	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Formulación del proyecto	2	1000	2000
Cotización de precios de materiales	1	200	200
Compra de materiales	2	250	500
Total c\$			2700
Total u\$			101.89

18. Tabla: Actividades iniciales del proyecto (fuente propia).

Actividad	Costo C\$	Costo \$
Materiales del Biodigestor	5980	225.7
Materiales de fosa terminada	3060	115.5
Materiales del techo del Biodigestor	3020	114.0
Materiales de la base y caseta del generador	550	20.8
Materiales de la tubería de gas del generador y la cocina	10804	407.7
Conexión eléctrica del panel al generador	1840	69.4
Transporte de materiales	1500	56.6
Actividades iniciales	2700	101.9
Mano de obra de todo el proyecto	12900	486.8
Costo total	42354	1598

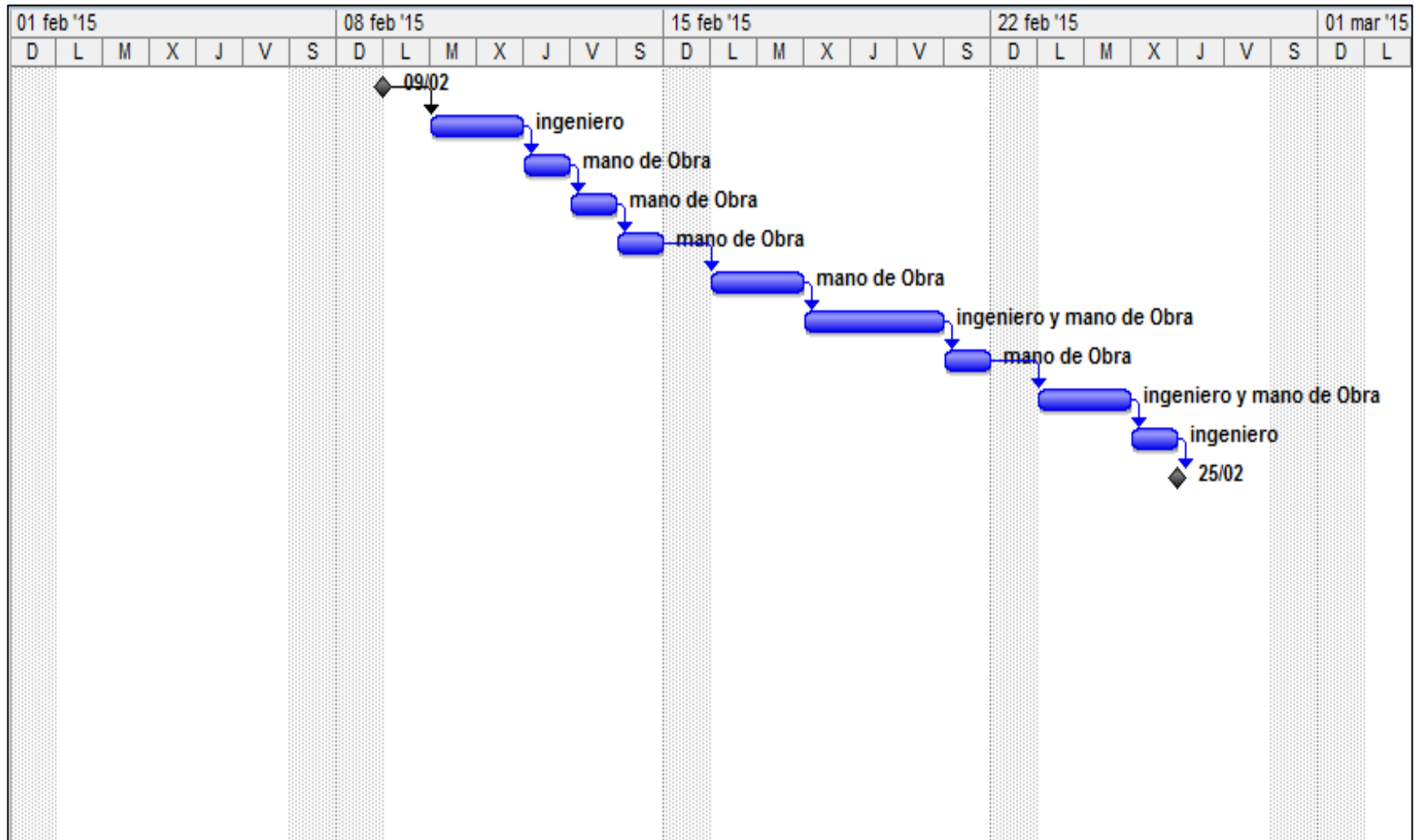
19. Tabla: Lista de actividades en general (fuente propia).

6. Actividades del proyecto diseñado a través del programa de Microsoft Project.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1		Inicio	0 días	lun 09/02/15	lun 09/02/15		
2		Formulacion del proyecto	2 días	mar 10/02/15	mié 11/02/15	1	ingeniero
3		Limpieza del lugar	1 día	jue 12/02/15	jue 12/02/15	2	mano de Obra
4		Excavacion	1 día	vie 13/02/15	vie 13/02/15	3	mano de Obra
5		Armado de estructura de hierro	1 día	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15	4	mano de Obra
6		Fundicion y remate del embaldosado	2 días	lun 16/02/15	mar 17/02/15	5	mano de Obra
7		Construcion del biodigesor, embolsado, tuberia de entrada y salida	3 días	mié 18/02/15	vie 20/02/15	6	ingeniero y mano de Obra
8		Construcciondel techo del biodigestor	1 día	sáb 21/02/15	sáb 21/02/15	7	mano de Obra
9		Elaboracion de tuberia de gas de generador y cocina	2 días	lun 23/02/15	mar 24/02/15	8	ingeniero y mano de Obra
10		Instalacion del generador y caseta de proteccion	1 día	mié 25/02/15	mié 25/02/15	9	ingeniero
11		Finalizacion del proyecto	0 días	mié 25/02/15	mié 25/02/15	10	

10) Imagen: Actividades realizadas a través de Microsoft Project (fuente propia).

7. Tiempo de construcción del proyecto diseñado.



11) Imagen: Tiempo de construcción del proyecto diseñado a través de Microsoft Project (fuente propia).

8. Parámetros principales del proceso.

8.1. Temperatura.

La temperatura determina la actividad que tendrán las bacterias presentes en el interior del digestor: a mayor temperatura mayor será la actividad de las mismas y, por lo tanto, menor será el tiempo necesario que deba permanecer el estiércol en el digestor; y en caso de tener temperaturas menores, más tiempo de digestión será necesario.

El proceso de producción de biogás puede ser llevado a cabo en un intervalo de temperaturas que abarca desde los 0°C a los 70°C aunque, en general, por debajo de los 15°C el proceso fermentativo se ralentiza, por lo que la producción de biogás resulta extremadamente lenta. En caso de trabajar a temperaturas inferiores se requeriría un tamaño del digestor mayor, lo que implica un mayor costo. A temperaturas menores a 5°C la digestión se detiene casi completamente.

La temperatura de la localización donde se encuentre el digestor será la que determine el segundo de los parámetros.

8.2. Tiempo de retención.

El tiempo de retención marca la duración del proceso de digestión anaerobia: la fracción de materia orgánica que se degrada aumenta conforme lo hace el tiempo que permanece esta en el interior del digestor. Como se ha comentado, a mayor temperatura menor será este tiempo, y viceversa.

Asimismo, un aumento del tiempo de retención conduce a tamaños mayores del digestor para volúmenes iguales de biomasa a digerir. Sin embargo, la producción de metano disminuye una vez que se sobrepasa un cierto valor óptimo.

En el rango de temperatura ambiente que es usual en estas latitudes, están entre 29°C y 30°C.

9. Cálculo del volumen del biodigestor según tabla.

Con el potencial de residuos producidos por animal y su peso vivo promedio, puede estimarse la cantidad de desechos orgánicos producidos diariamente en la Quinta y los requerimientos de adición de agua para mezcla y homogenización. Cuando no es posible obtener datos exactos sobre ésta en kg./día, puede estimarse utilizando la siguiente tabla.

clase de animal	% por peso vivo:		% del material de digestión		Relación C/N	P-Producción de Biogás (m³ de gas /1Kg SO)
	PE-estiércol	PO-Orina	% EST Sólidos	% SO Sólidos orgánicos		
Vacunos	5	4	15-16	13	20	0,25
Cerdos	2	3	16	12	13	0,35
Caprinos, Ovejas	3	1.5	30	20	30	0,2
Caballos	5	4	25	15	20	0,2
Avícolas, Gallinas	4.5	4,5	25	17	5-8	0,4
Humanos	1	2	20	15	8	0,3

20. Tabla: Valores y características del estiércol de algunos animales(Generación de Energía Eléctrica a partir de Biogás - engormix.com)

9.1. ESTIÉRCOL.

$$E = NA * PVP * \frac{PE}{100} \quad (1)$$

$$E = 25 * 50 * \frac{2}{100}$$

$$E = 25 \text{ kg} \rightarrow 55 \text{ lbs}$$

Donde:

E =Estiércol en kilogramos por día.

NA =Número de animales por una especie (vacas, cerdos, caballos, humanos, etc.)

PVP = Peso vivo promedio por animal.

PE = Producción de estiércol por animal por día en porcentaje de peso vivo.

9.2. MASA DE AGUA

Considerando que el estiércol tiene un promedio de 15% al 20% de materia seca, la proporción de agua y estiércol que se recomienda es de cuatro partes de agua por una parte de estiércol (relación 3:1).

$$MH_2O = 4 * E * \quad (2)$$

$$MH_2O = 3 * 25$$

$$MH_2O = 75 \text{ litros}$$

Donde:

MH₂O= combinación de agua y estiércol en kilogramos por día (se asume que 1 litro de líquido pesa 1 kilogramo).

E =Estiércol en kilogramos por día.

4= número de veces la relación.

9.3. MATERIA PRIMA PARA CARGA.

$$MPC = E + MH_2O \quad (3)$$

$$MPC = 25 + 75$$

$$MPC = 100 \text{ kg } \therefore \text{ dia o litros } \therefore \text{ dia}$$

Donde:

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

E = Estiércol en kilogramos por día.

CH₂OE = combinación de agua y estiércol en kilogramos por día.

9.4. SÓLIDOS TOTALES CONTENIDOS EN LA MATERIA PRIMA.

$$\%ST = \frac{E * \%EST}{MPC} \quad (4)$$

$$\%ST = \frac{25 * 16}{100}$$

$$\%ST = 4\%$$

Donde:

%ST = Porcentaje de sólidos totales contenidos en la materia prima para carga.

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

%EST = Porcentaje de sólidos en el estiércol.

E = Estiércol en kilogramos por día.

9.5. SÓLIDOS TOTALES.

$$ST = (\%ST * MPC)/100 \quad (5)$$

$$ST = (4 * 100)/100$$

$$ST = 4, \text{ cantidad de solidos}$$

Donde:

ST = Cantidad de sólidos contenidos en la materia prima para carga, en kilogramos

por día.

%ST = Porcentaje de sólidos en la carga o materia prima, el cual debe ser inferior al 10%.

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

9.6. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RETENCIÓN

$$TR = (-51.227 * \ln T^{\circ}C + 206.72) \quad (8)$$

$$TR = (-51.227 * \ln 30 + 206.72)$$

$$TR = 33 \text{ dias}$$

Donde:

TR= Tiempo de retención en días

Ln= Logaritmo natural

T°C= Temperatura promedio en grados centígrados del sitio donde se instalará el biodigestor.

9.7. VOLUMEN DEL DIGESTOR.

$$Vd = C * TR * 1,2 \quad (9)$$

$$Vd = 100 * 33 * 1,2$$

$$Vd = 3,960 \text{ litros}$$

$$Vd = 3.960m^3 \equiv 4 m^3$$

Donde:

Vd = Volumen del digestor en litros.

C = Carga diaria para alimentar el digestor en litros por día.

TR = Tiempo de retención en días.

1,2 = Volumen adicional para el almacenamiento del biogás.

9.8. CÁLCULO DE LA POSIBLE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

$$PG = MPC * SO * P \quad (10)$$

$$PG = 100 * 12 * 0.350$$

$$PG = 420 \text{ litros}$$

Donde:

PG = Gas producido en litros por día.

MPC = Estiércol en kilogramos por día.

SO = Porcentaje de materia orgánica del estiércol según la especie.

P = Producción aproximada de m3 de gas/ 1 kg de masa orgánica seca total.

9.9. Producción de biogás al día.

420 litros / 1000

0.42 m³ al día

Dimensiones de la fosa según el cálculo obtenido.

Dimensiones de la fosa	
Longitud	4 m
Profundidad	1.1 m
Ancho superior	1 m
Ancho inferior	0.9 m

21 Tabla: Dimensiones de la fosa a través de la tabla con valores determinados (fuente propia).

9.10. COMPROBACION DEL VOLUMEN DEL BIODIGESTOR.

$$V = L * P * A_s * A_i \quad (11)$$

$$V = 4 * 1.1 * 1 * 0.9$$

$$V = 3.960 \equiv 4m^3$$

V= volumen del biodigestor.

L=longitud del biodigestor.

P= profundidad del biodigestor.

A_s= ancho superior del biodigestor.

A_i= ancho inferior del biodigestor.

9.11. VOLUMEN DE LA BOLSA DE POLIETILENO.

$$V_{bolsa} = V * 1.2 \quad (12)$$

$$V = 4 * 1.2$$

$$V = 4.8 \equiv 5m^3$$

V bolsa= volumen de la bolsa

1.2 = 20% extra de volumen que necesita la bolsa para almacenar el gas generado.

10. Cálculo del Biodigestor con datos reales.

No obstante, también presentamos datos reales de la cantidad de heces que se puede recolectar por día en la Quinta, para tener en cuenta la carga diaria en nuestro biodigestor y el gas producido.

Chanchera #1				heces en lbs./día
Edad	Peso (lbs.)	total de cerdos	Peso de heces en (lbs.)	
2-3 meses	40-50	5	entre media libra (0.5) , 4 onza (0.25)	2
Chanchera #2				
Edad	Peso (lbs.)	total de cerdos	Peso de heces en (lbs.)	
4-5 meses	100	8	entre 1/2 libra y 4 onzas (0.75) , 1 libra (1)	7.5

Chanchera #3				
Edad	Peso (lbs.)	total de cerdos	Peso de heces en (lbs.)	
5-7 meses	140	7	1 libra (1) , 1 libra y 4onza (1.25)	8
Chanchera #4				
Edad	Peso (lbs.)	total de cerdos	Peso de heces en (lbs.)	
2 años	250-300	4,5	4 libras y media (4.5) , 5 libras (5)	24
Total				41.5 ≈ 42

22. Tabla: Cantidad de heces generadas por chanchera (fuente propia).

10.1. ESTIÉRCOL.

$$E = 19 \text{ kg} \rightarrow 42 \text{ lbs} \quad (1)$$

Dónde:

E =Estiércol en kilogramos por día

10.2. MASA DE AGUA.

Considerando que el estiércol tiene un promedio de 15% al 20% de materia seca, la proporción de agua y estiércol que se recomienda es de cuatro partes de agua por una parte de estiércol (relación 3:1).

$$MH_2O = 4 * E * \quad (2)$$

$$MH_2O = 3 * 19$$

$$MH_2O = 57 \text{ litros}$$

Donde:

MH₂O= combinación de agua y estiércol en kilogramos por día (se asume que 1 litro de líquido pesa 1 kilogramo).

E =Estiércol en kilogramos por día.

10.3. MATERIA PRIMA PARA CARGA.

$$MPC = E + MH_2O \quad (3)$$

$$MPC = 19 + 57$$

$$MPC = 76 \text{ kg } \therefore \text{ día o litros } \therefore \text{ día}$$

Dónde:

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

E = Estiércol en kilogramos por día.

CH₂OE = combinación de agua y estiércol en kilogramos por día.

10.4. SÓLIDOS TOTALES CONTENIDOS EN LA MATERIA PRIMA.

$$\%ST = \frac{E * \%EST}{MPC} \quad (4)$$

$$\%ST = \frac{19 * 16}{76}$$

$$\%ST = 4\%$$

Donde:

%ST = Porcentaje de sólidos totales contenidos en la materia prima para carga.

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

%EST = Porcentaje de sólidos en el estiércol.

E = Estiércol en kilogramos por día.

10.5. SÓLIDOS TOTALES.

$$ST = (\%ST * MPC) / 100 \quad (5)$$

$$ST = (19 * 76) / 100$$

$$ST = 3.04, \text{ cantidad de solidos}$$

Donde:

ST = Cantidad de sólidos contenidos en la materia prima para carga, en kilogramos por día.

%ST = Porcentaje de sólidos en la carga o materia prima, el cual debe ser inferior al 10%.

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

10.6. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RETENCIÓN.

$$TR = (-51.227 * \ln T^{\circ}C + 206.72) \quad (8)$$

$$TR = (-51.227 * \ln 30 + 206.72)$$

$$TR = 33 \text{ días}$$

Donde:

TR= Tiempo de retención en días.

Ln= Logaritmo natural.

T°C= Temperatura promedio en grados centígrados del sitio donde se instalará el biodigestor.

10.7. VOLUMEN DEL DIGESTOR.

$$Vd = C * TR * 1,2 \quad (9)$$

$$Vd = 76 * 33 * 1,2$$

$$Vd = 3,009.6 \text{ litros}$$

$$Vd = 3.0096m^3 \equiv 3 m^3$$

Donde:

Vd = Volumen del digestor, en litros.

C = Carga diaria para alimentar el digestor en litros por día.

TR = Tiempo de retención en días.

1,2 = Volumen adicional para el almacenamiento del biogás.

10.8. CÁLCULO DE LA POSIBLE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

$$PG = MPC * SO * P \quad (10)$$

$$PG = 76 * 12 * 0.350$$

$$PG = 319.2 \approx 320 \text{ litros}$$

Donde:

PG = Gas producido en litros por día.

MPC = Estiércol en kilogramos por día.

SO = Porcentaje de materia orgánica del estiércol según la especie.

P = Producción aproximada de m³ de gas/1 kg de masa orgánica seca total.

10.9. Producción de biogás al día en m³:

420 litros / 1000

0.32m³ al día

Dimensiones de la fosa según el cálculo obtenido.

Dimensiones de la fosa	
Longitud	3.1 m
Profundidad	1.1 m
Ancho superior	1 m
Ancho inferior	0.9 m

23. Tabla: Dimensiones de la fosa por medio del censo de carga (fuente propia).

10.10. COMPROBACION DEL VOLUMEN DEL BIODIGESTOR.

$$V = L * P * A_s * A_i \quad (11)$$

$$V = 3.1 * 1.1 * 1 * 0.9$$

$$V = 3.0096 \equiv 3m^3$$

V= volumen del biodigestor.

L=longitud del biodigestor.

P= profundidad del biodigestor.

A_s= ancho superior del biodigestor.

A_i= ancho inferior del biodigestor.

10.11. VOLUMEN DE LA BOLSA DE POLIETILENO.

$$V_{bolsa} = V * 1.2 \quad (12)$$

$$V = 3 * 1.2$$

$$V = 3.6 \equiv 4m^3$$

V bolsa= volumen de la bolsa

1.2 = 20% extra de volumen que necesita la bolsa para almacenar el gas generado

11. Análisis de los cálculos realizados.

Según nuestro criterio y basándonos en la información recopilada, así como las visitas técnicas a otros biodigestores y en especial a la chanchera donde se llevó a cabo el estudio; seleccionamos un biodigestor basado en el cálculo elaborado a través de nuestro censo de carga realizado en la Quinta, ya que trabajaremos con los valores reales de nuestra información.

Justificamos esta selección dado que, para obtener la cantidad de las heces en un día se promedió los valores de cada chanchera con sus respectivos número de cerdos, lo que nos dio un valor aleatorio real debido a que todos los días los cerdos no producirán la misma cantidad de heces, pero si andarán en estos rango de valores. Al final de este análisis tenemos que:

Dimensiones de la fosa seleccionada

Dimensiones de la fosa	
Longitud	3 m
Profundidad	1.1 m
Ancho superior	1 m
Ancho inferior	0.9 m

24. Tabla: Dimensiones del tamaño de la fosa seleccionada (fuente propia).

Dimensiones de la bolsa de polietileno

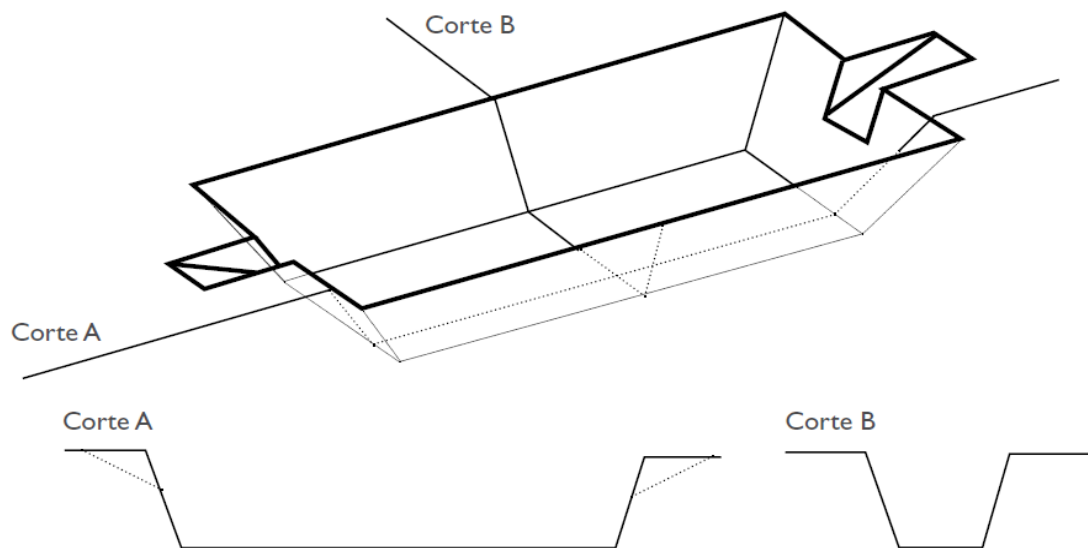
Dimensión de la bolsa	
Volumen	4m³

25. Tabla: Volumen de la bolsa seleccionada (fuente propia).

Dimensiones de la bolsa	
Longitud	3 m
Profundidad	1.4 m
Ancho	1 m

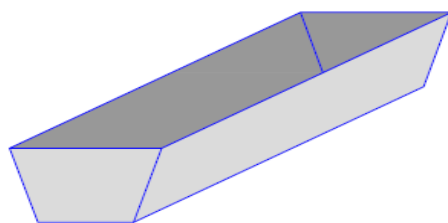
26. Tabla: dimensiones de la bolsa seleccionada (fuente propia).

12. Diseño del biodigestor, elementos y accesorios.

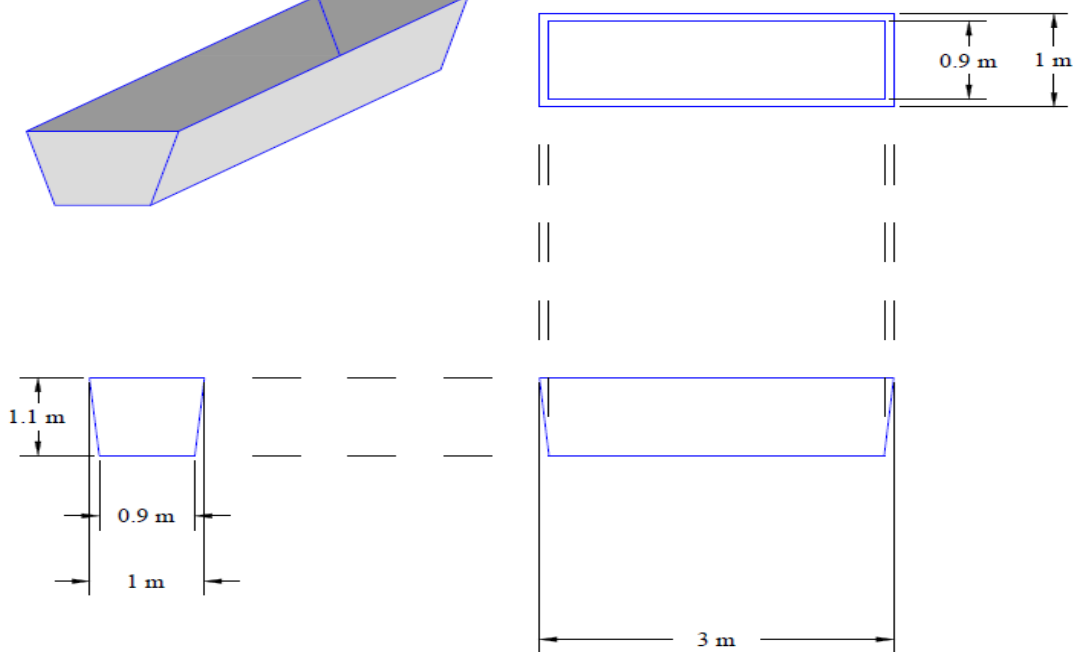


12) imagen: Representación del corte de la fosa del Biodigestor (diseño y construcción de biodigestores).

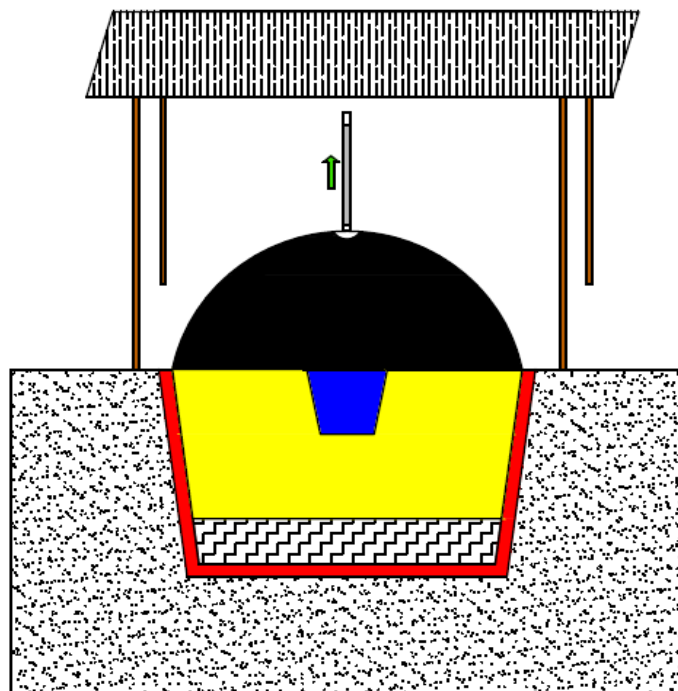
Muro Perimetral de la Fosa del Biodigestor



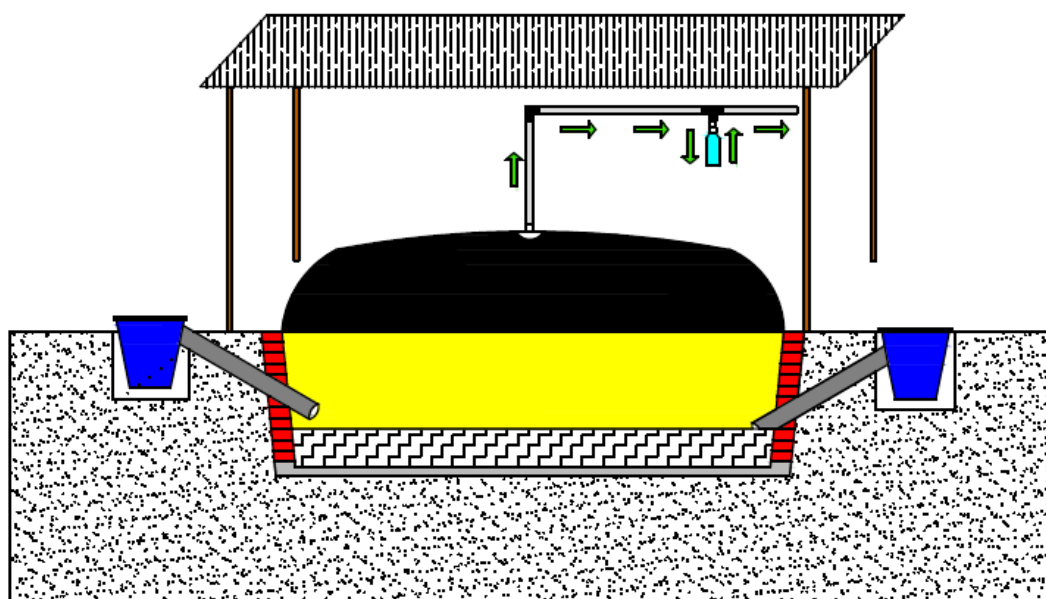
Dimensiones de la Fosa



13) imagen: Dimensiones de la fosa del Biodigestor (diseño y construcción de biodigestores).



14) Imagen: Vista frontal del Biodigestor (fuente propia).



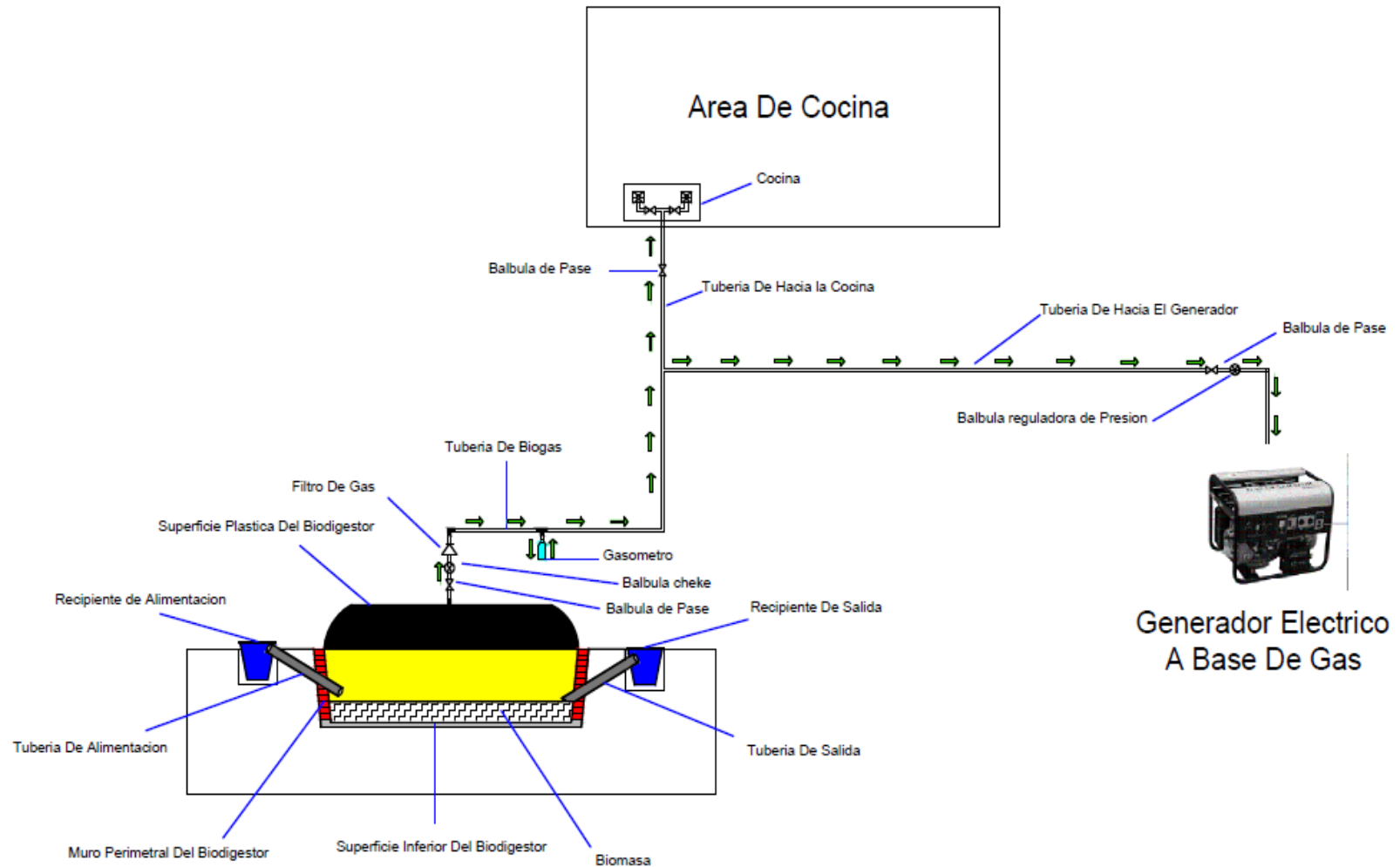
15) Imagen: Vista lateral del biodigestor (fuente propia).

Lugar óptimo donde estaría el Biodigestor.



**Lugar Optimo donde estaria
nuestro Biodigestor.**

Esquema del flujo de gas hacia la Cocina y el Generador eléctrico.



16) Imagen: Esquema del flujo de gas hacia cocina y generador (fuente propia).

13. Detalles del generador seleccionado.

Especificaciones Técnicas			
fabricante o marca comercial	Power Pro	Tensión Nominal	120 V
Importador	Cuman Enterprise	Frecuencia nominal	60 Hz
país de fabricación	China	Excitación	autoexcitado por carbones
altura máxima msnm	1000m	N° de Fases	1
Temp. Max. Ambiente	40°C	Factor de Potencia	1
Temp. Min. Ambiente	(-) 5 °C	regulador de volteja	AVR
tipo de motor	mono cilíndrico 4 tiempos	corriente nominal	10 ^a
Distribución	OHV	Voltímetro	Si
Cilindrada	208 cc	amperímetro	No
Refrigeración	Aire	frecuencímetro	No
velocidad nominal	3000 rpm	Horometro	Si
potencia nominal	1.5 KW	protector AC	Si
Encendido	TCI	protector DC	Si
Bujía	F6TC	luz indicadora Piloto	No
Partida	eléctrica/manual	voltaje DC	12 VDC
Combustible	Gas licuado de petróleo LPG/ Gas Natural	corriente DC	8.3 A
consumo GLP	0.32 kg/Kwh	estructura	tipo abierto
Consumo GN	0.34 m³/KWh	Nivel de ruido	89 db(A)/ 1m
tipo de aceite	aceite para motores a gasolina 4T, 15W -40	conexión de gas	niple macho hilo izquierdo 3/8" NPT
alarma de aceite	Si	peso vacío	48.8 kg
capacidad Carter	0.6L	presión salida del regulador	2,8 ± 0,5 kPa , (0,4 ± 0,07 psi)

27. Tabla: Características del generador (catálogo de generadores a base de gas, power-pro)



14. Censo de carga

CONSUMO ENERGETICO DE LA QUINTA									
Equipo	Ubicación	Cantidad de equipos	Voltaje(V)	Corriente(A)	Potencia del equipo (W)	Potencia total (W)	Horas de consumo al día	Kw/Hr	Periodo de trabajo
Lámpara ahorrativa	Chiquero	2	120 V	0,2 A	25 W	50 W	3	0,055 Kw/Hr	6pm a 9pm
Lámpara ahorrativa	Cocina	1	120 V	0,2 A	25 W	25 W	1	0,025 Kw/Hr	6pm a 7pm
Lámpara ahorrativa	Cuarto	1	120 V	0,2 A	25 W	25 W	1	0,025 Kw/Hr	8pm
Lámpara ahorrativa	Sala	1	120 V	0,2 A	25 W	25 W	2	0,025 Kw/Hr	Entre 6pm a 8pm
Lámpara ahorrativa	Patio	1	120 V	0,2 A	25 W	25 W	1	0,025Kw/Hr	Entre 6pm a 9pm
Televisor	Sala	1	120 V	0.67 A	60 W	60 W	3	0,060Kw/Hr	6pm a 9pm
Bomba de agua	Pozo	1	120 V	3 A	746 W	746 W	1 horas a la semana	0,746Kw/Hr	2pm a 3pm
Total						956 W		0.956 Kw/Hr	

28. Tabla: censo de carga de la quinta (fuente propia).

Notas:

- ❖ El consumo de energía máximo de la Quinta es de 0.956Kw/Hr si estuvieran trabajando todos los equipos al mismo tiempo.
- ❖ El costo económico que paga la Quinta por servicios de energía eléctrica es de C\$ 315.00 al mes.

15. Energía que se podrá generar

Alimentación			Energía			Biol	
Estiércol por día (Litros)	# de baldes de estiércol diario	# de baldes de agua diario	Prod. Biogás diario(m ³)	Horas de cocina aproximada	Kwh/día	# Baldes de Biol diario	# de manzanas para abonar por año
36	1,9	5,6	0.25	2	0.5	7,5	7,4
42	2,2	6,6	0.32	3	0.85	8,8	8,8
51	2,7	8	0.5	4	1.25	10,7	10,6

29. Tabla: valores de alimentación, energía y biol (TECNOSOL.com).

El consumo de energía máximo de la Quinta es de 0.956Kw/Hr.

Con este resultado se podría hacer lo siguiente durante un día:

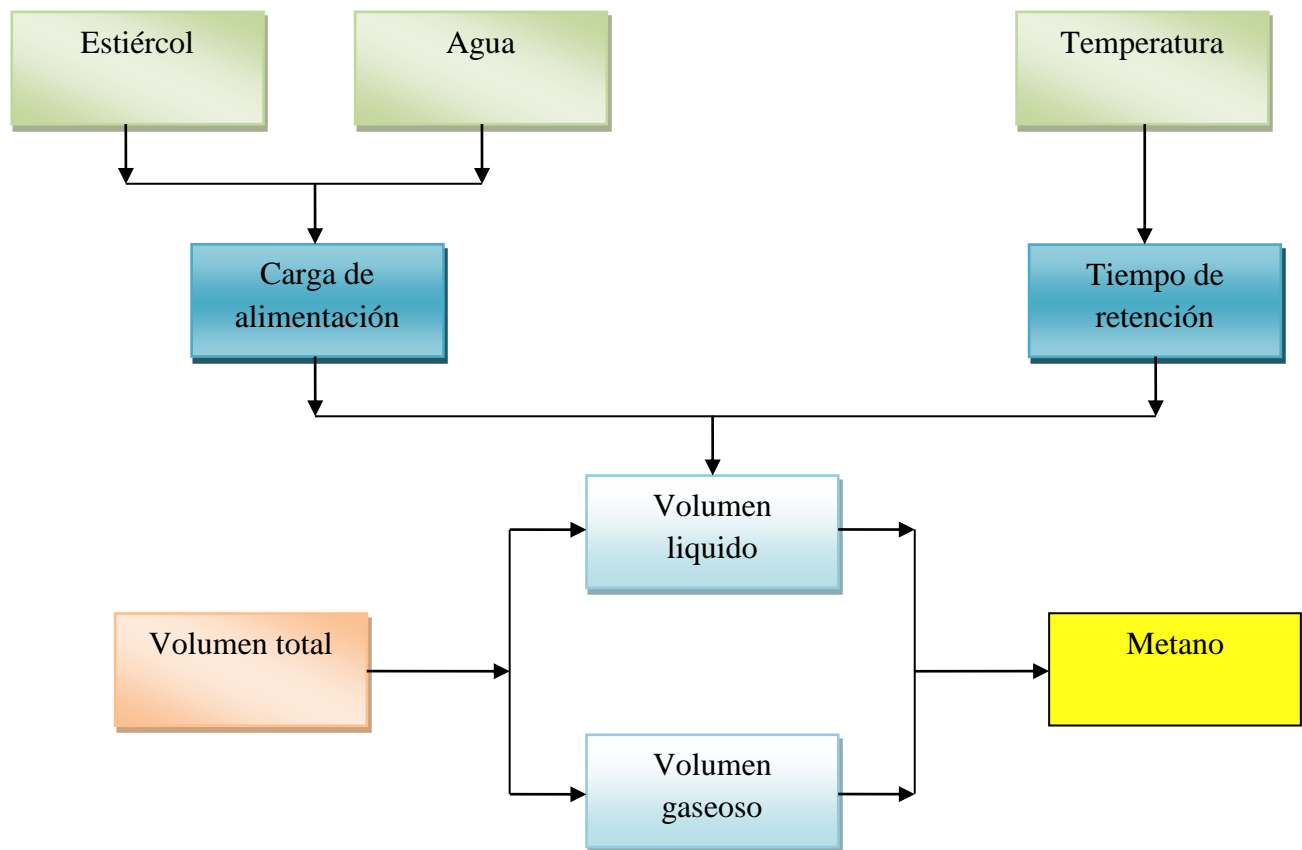
- Iluminar por 3 horas en la noche, consumiendo una potencia de 0.150 Kw/h: $0.150 \times 3 = \mathbf{0.450Kw}$.
- Ver televisión por 3 horas al día consumiendo una potencia de 0.060 Kw/h: $0.060 \times 3 = \mathbf{0.180Kw}$.
- Tener un tiempo para ocupar el biogás al momento de cocinar durante 1 hora en todo el día, consumiendo así casi el 100% de la capacidad máxima de generación de metano del biodigestor.
- O no generar energía eléctrica durante todo el día y tener la disposición de poder usar la cocina durante tres horas en todo el día.
- Cabe mencionar que este horario de consumo se vería afectado 1 vez por semana al poner en marcha la bomba de agua, durante un tiempo de 1 hora que consumirá una potencia de **0.746 kw**.

Equivalencia de 1 m³ de biogás respecto a distintas fuentes energéticas.

1m ³ (1000L) de biogás equivale a:	
Elemento	Equivalencia
Madera	1,3 kg
Alcohol	1,1 L
Gasoil	0,65 L
Gas natural	0,76 m ³
Carbón	0,7 kg
Electricidad	2,5 kW/h

30. Tabla: Equivalencia de gas a otros elementos(Carpintero, Oscar (2006)
Biocombustibles y uso energético de la biomasa)

16. Metodología de diseño



17) Imagen: Metodología del diseño (fuente propia).

17. Comparación de materiales de tuberías.

Material	Precio.	Tamaño.	Confiabilidad.	Vida útil.
PVC	C\$ 120	6 mts	60%	12 años
CPVC	C\$ 320	6 mts	90%	13 a 14 años
Acero al carbon	C\$ 273	6 mts	100%	22 años

31. Tabla: Comparación de materiales PVC, CPVC y acero al carbón (TUBAL S.A y DIMACO).

Las diferencias entre estos tres materiales varía respecto a su costo económico, vida útil, aplicación de trabajo, robustez y confiabilidad del sistema; lo que le dará mayor calidad del proyecto.

18. Comparación entre un cilindro de 25 libras de gas propano y el biodigestor diseñado.

Dispositivo	m ³ de gas	Días que tarda en consumirse	costo económico o quincenal	costo económico mensual	Costo económico al día
Tanque de gas propano de 25 libras	6 m ³ por cilindro	18	C\$ 300 cilindro	C\$ 600 (2 cilindros)	C\$ 17
Biodigestor diseñado	0.320 m ³ al día	1	C\$ 225	C\$ 450	C\$ 15
2 manojos de leña (8 rajas por manojos)	0.320 m ³ al día	1	C\$ 450	C\$ 900	C\$ 30

32. Tabla: Comparación entre el gas propano, leña y el metano generado por el biodigestor (fuente propia).

Claramente la siguiente tabla demuestra que económicamente el consumo de gas generado por el biodigestor es mejor y más barato, considerando de que durante un periodo de tiempo se estará recuperando la inversión neta del biodigestor diseñado, para que después de ese tiempo el consumo de gas para finca prácticamente sin ningún costo.

19. Aplicaciones de los residuos para fertilizantes (bioabono).

Al igual que con el biogás, el efluente puede ser utilizado como fertilizante en diferentes cultivos.

EL bioabono es un fertilizante orgánico - mineral que contiene sales solubles con elementos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg S + menores); también puede tener microorganismos como: hongos micorrízicos, bacterias fijadoras de nitrógeno y agentes bioquímicos fisiológicamente activos como enzimas, hormonios, ácidos húmicos y aminoácidos, entre otros; que pueden acelerar la toma de los nutrientes por las plantas y/o absorberlos para ser metabolizados. El uso de los bioabonos en la Amazonía surge como una alternativa para desarrollar una agricultura más sostenida en el largo plazo, en razón al acelerado deterioro de los suelos intervenidos, a la contaminación ambiental con subproductos agropecuarios, y la complementariedad con los sistemas principales de producción, estimulando la generación de agroindustrias auxiliares de bioconversión de heces de animales, desechos agroindustriales, desperdicios orgánicos etc.}

Nutrientes	Vacas	cerdos	Cabras	Conejos	Gallinas
Materia orgánica (%)	48.9	43.5	52.8	63.9	54.1
Nitrógeno total (%)	1.27	1.36	1.55	1.94	2.38
Fosforo asimilable (P₂O₅, %)	0.81	1.98	2.92	1.82	3.86
Potasio (K₂O, %)	0.84	0.66	0.74	0.95	1.39
Calcio (CaO, %)	2.03	2.72	3.2	2.36	3.63
Magnesio (MgO, %)	0.51	0.65	0.57	0.45	0.77

33. Tabla: Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos, como porcentaje de la materia seca (La biomasa como bioabono, fertilizantes).

20. Propiedades de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos tienen propiedades que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

20.1. Propiedades físicas.

- ❖ El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- ❖ El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- ❖ Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- ❖ Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- ❖ Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

20.2. Propiedades químicas.

- ❖ Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- ❖ Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

20.2. Propiedades biológicas.

- ❖ Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- ❖ Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

21. Conclusiones del estudio técnico.

El estudio técnico nos optimiza de gran manera la ubicación del proyecto, tecnologías aplicadas y los cálculos requeridos para la elaboración del mismo; en el cual damos conocer el presupuesto total del proyecto, la materia prima (heces de cerdo), logrando de esta manera obtener la producción de metano y el área de nuestro Biodigestor.

X. Estudio Financiero

1. objetivos

Objetivos General.

- ✓ Determinar la rentabilidad del proyecto.

Objetivos Específico.

- ✓ Construir una tabla de flujos de caja para los primeros 5 años del proyecto.
- ✓ Analizar los índices económicos, para determinar la rentabilidad del proyecto.

2. Estudio financiero

El proyecto tiene como meta el estudio técnico económico de la producción de biogás en la Quinta Campo Amor en la ciudad de La Paz Centro, con variada infraestructura y excelente calidad en el proyecto, para lograr ese objetivo necesitamos determinar la rentabilidad del mismo. La misión de este estudio será recopilar la información que se obtuvo de los estudios anteriores, los cuales nos brindaron datos de carácter estadístico y económico.

El estudio está estrechamente relacionado con la inversión inicial que se necesita para arrancar operaciones, así mismo se establecen los flujos de caja para los años proyectados, un balance general anual. El estudio financiero determinará la viabilidad de este proyecto.

3. Análisis de los datos del proyecto:

La inversión total del proyecto la podemos calcular en el siguiente cuadro.

Nota: Fondos Propios Disponibles del inversionista \$400.

Actividad	Costo C\$	Costo \$
Materiales del Biodigestor	5980	225.7
Materiales de fosa terminada	3060	115.5
Materiales del techo del Biodigestor	3020	114.0
Materiales de la base y caseta del generador	550	20.8
Materiales de la tubería de gas del generador y la cocina	10804	407.7
Conexión eléctrica del panel al generador	1840	69.4
Transporte de materiales	1500	56.6
Actividades iniciales	2700	101.9
Mano de obra de todo el proyecto	12900	486.8
Costo total	42354	1598

34. Tabla: Análisis de los datos del proyecto (fuente propia).

Del cuadro anterior podemos identificar las distintas actividades con sus respectivos gastos que se llevarán a cabo para la posible ejecución del proyecto; entre los tres más destacables tenemos que la mayor inversión sería la mano de obra de todo el proyecto, monto que asciende a U\$\$ 486.8 para poder iniciar operación. Luego tendríamos los materiales de la tubería de gas del generador y la cocina equivalente a U\$\$ 408; otro de los gastos a destacar son los materiales del biodigestor con un monto de U\$\$ 225.7

4. Plan de obtención de financiamiento.

Para llevar a cabo el proyecto se necesita determinar un porcentaje de este, sea de capital propio y un porcentaje de un préstamo que se haga a un ente financiero. El capital que el inversionista tiene disponible para el proyecto será U\$400, el restante se basará en la realización de un préstamo al BANCO CENTROAMERICANO. El banco ofrece una tasa de interés de 7% para planes de hasta 60 meses de plazo (5años).

El préstamo que se haga añade un costo adicional al proyecto, pero es necesario para llevarlo a cabo. En la siguiente tabla se detallan los términos en que este préstamo será devuelto al monto prestado.

El financiamiento se realizará en el BANCO CENTROAMERICANO. Así mismo, del total de la inversión inicial que es U\$1,600 le prestarán a la empresa el 75% que es igual a decir U\$1,200. El monto se pagará en cuotas anuales a lo largo de 5 años y con el interés anual establecido por el banco equivalente al 7%.

Calculo Cuota Préstamo	
Monto	\$1200
Interés anual	7%
Plazo en meses	5 años
Cuota	\$240

35. Tabla: Términos del préstamo (fuente propia)

Detalles del Préstamo Amortización					
Detalle	1	2	3	4	5
Pago al principal	240	240	240	240	240
Interés	84	5.88	0.4116	0.029	0.0020
Cuota	324	245.88	240.41	240.03	240.002
Saldo al Principal	960	720	480	240	0

36. Tabla: Detalles de la devolución del préstamo (fuente propia).

En el siguiente cuadro podemos observar en detalle la devolución del préstamo que se realizará en anualidades, para poder financiar el proyecto; esta nos ayuda a determinar el flujo financiero de nuestro trabajo.

Como podemos observar, los pagos del préstamo se le realizarán al banco en anualidades durante un periodo de 5 años. También se puede observar que el pago principal será de U\$\$240 para los 5 años, mientras que los intereses y las cuotas van a ser menores respecto al primer año. Al finalizar el quinto año, el saldo principal será de U\$\$0.00. Lo cual nos dice que ya no habrá gastos extras originados por el biodigestor, sólo quedaría gozar de sus beneficios durante el periodo de vida del mismo.

Dentro del ámbito de la contaduría, el término depreciación es una reducción anual del valor de una propiedad, planta o equipo. La depreciación puede darse por tres motivos: El uso, el paso del tiempo y la obsolescencia. En nuestro proyecto podemos hablar de este término para tres de los bienes principales. A continuación definiremos esa devaluación financiera que es dependiente del tipo de material a que se le aplica.

Depreciación					
Detalle (años)	1	2	3	4	5
Generador	28	28	28	28	28
Bolsa de polietileno	19	19	19	19	19
Infraestructura	37	37	37	37	37
Total	85	85	85	85	85

37. Tabla: depreciación (fuente propia).

A continuación se muestra el flujo financiero anual de la Quinta Campo Amor, cabe recalcar que todos estos valores están en dólares.

Flujo Financiero del Proyecto						
Detalle	0	1	2	3	4	5
Inversión Total	1690					
Fija	0					
Intangible	0					
Capital de trabajo	132					
Ingresos	528	555	581	608	634	660
Costos totales	167	175	182	190	197	205
Mano de Obra	18	22	26	30	33	37
Materia Prima	35	39	43	47	51	54
Personal Laboral	113.2	113.2	113.2	113.2	113.2	113.2
Utilidad Bruta	361	380	399	418	437	456
Impuesto Renta	108	114	120	125	131	137
Utilidad Neta	253	266	279	293	306	319
Depreciación		85	85	85	85	85
Crédito	1200					
Pago al principal		240	240	240	240	240
Capital de trabajo						
Flujo Efectivo	361	380	399	418	437	456
Tasa Trema	23%					
Van	2451					
TIR	761					

38. Tabla: Flujo financiero del proyecto (fuente propia).

5. Análisis de los datos de los Indicadores Financieros

Indicadores Financieros	Valores Obtenidos
TMAR	23
VPN	2451
TIR	761

39. Tabla: Indicadores financieros (fuente propia).

El valor actual neto es mayor que cero, por lo que sabemos que es rentable el proyecto, el valor de la TMAR es menor que le TIR, este también es un indicador de la futura rentabilidad del proyecto aunque podemos decir que será de esa manera completamente exactas porque no necesariamente los cálculos financieros podrán determinar el futuro del mercado, la realidad del país, los cambios de gobierno.

Cuando hay un flujo neto es suficientemente atractivo para el inversionista. Aunque este no sea el real de la empresa, podemos dar un margen que sería determinado por la evaluación de otros parámetros que tal vez no sean financieros, pero que de cualquier manera es un indicador confiable.

6. Conclusiones del estudio financiero.

El estudio económico nos muestra los costos totales y el capital de trabajo requerido para el buen funcionamiento del lugar de ejecución del proyecto.

Los datos económicos desarrollados durante el estudio fueron de suma importancia para determinar el tiempo de recuperación de la inversión y la rentabilidad del proyecto, a través de la tasa interna de retorno (TIR), siendo este de gran atracción para los inversionistas.

XI. Conclusiones Generales.

El desarrollo de este tipo de tecnología para generar metano y producir energía eléctrica y calorífica, son grandes avances que el hombre ha apropiado para evitar la destrucción del ecosistema, poder tener un mejor desarrollo económico y aprovecha lo que la naturaleza nos ofrece.

Realizamos el estudio técnico-económico de la producción de biogás a partir de la biomasa de cerdos en la “Quinta Campo Amor” ubicado en la ciudad de La Paz Centro, Departamento de León.

El estudio de mercado nos permitió determinar las características del mercado de la comunidad para la debida estimación de los dueños de fincas interesados en el proyecto. Brinda información sobre posible competencia y comercialización que son datos requeridos para la proyección.

El estudio técnico nos permite considerar los aspectos técnicos del proyecto para el debido diseño del biodigestor, el adecuado estudio de la materia prima (heces de cerdo), determinar la posible ubicación del biodigestor dentro de la finca, la tecnología a utilizar en la elaboración, además de ayudarnos a conocer la parte legal del proyecto a través de “LA LEY GENERAL DE SALUD, LEY No. 423, aprobada el 14 de marzo del 2002” y por ultimo nos permite conocer el presupuesto total del proyecto.

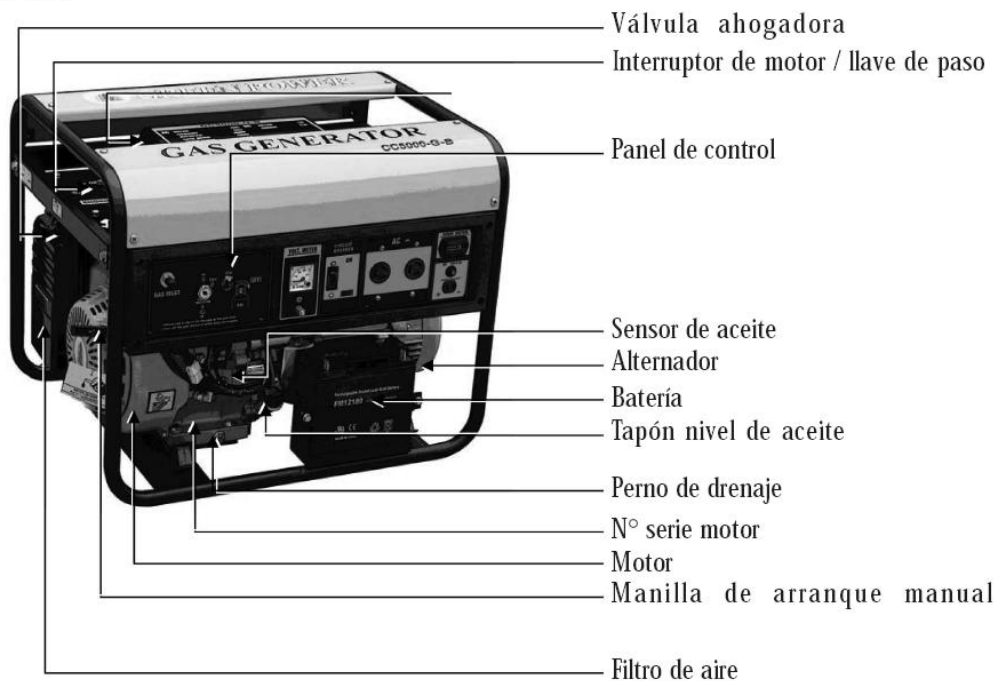
El estudio financiero planteamos los aspectos económicos del proyecto. Nos muestra los costos totales y el capital de trabajo requerido para el buen funcionamiento del lugar de ejecución del proyecto.

Los datos económicos desarrollados durante el estudio fueron de suma importancia para determinar el tiempo de recuperación de la inversión y la rentabilidad del proyecto, a través de la tasa interna de retorno (TIR), siendo esta un gran atractivo para los inversionistas.

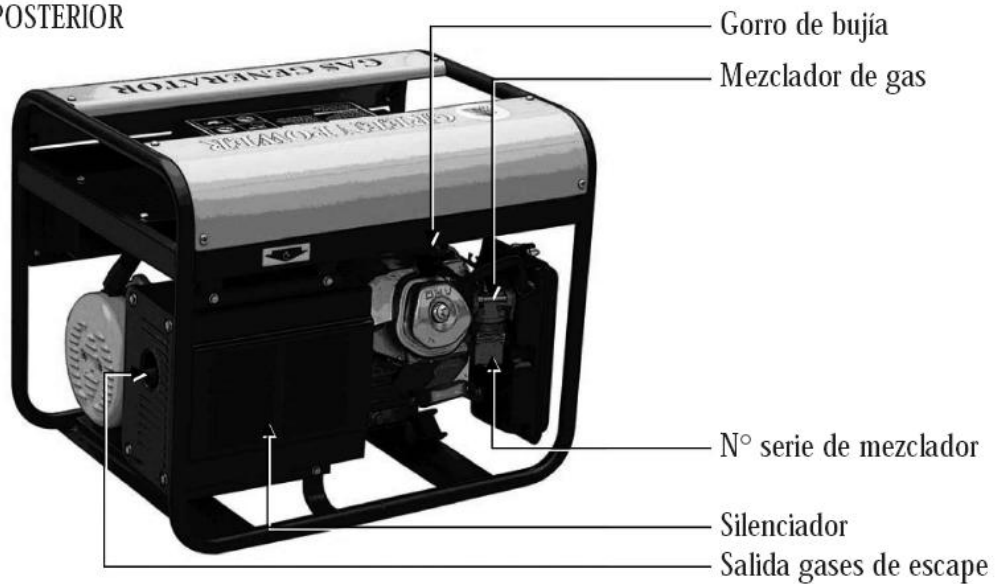
XII. ANEXOS

Detalles del generador seleccionado.

VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

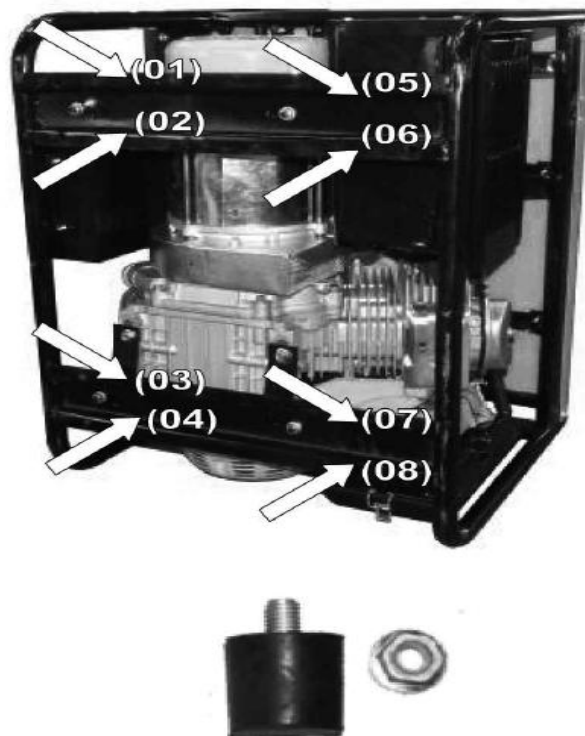


Instrucciones de armado

Su generador nuevo necesita algo de tiempo para poder completar el armado. Esta máquina es probada y armada antes de su despacho, sólo tendrá que conectar la batería e instalar los soportes base. Debe ser correctamente armado, debe revisar el aceite y conectar correctamente el suministro de gas antes del uso. Si tiene alguna duda sobre el armado o funcionamiento del generador, contacte a su distribuidor.

Instalación de soportes base

El generador tiene 4 soportes base con sus respectivas tuercas. Para instalar cada soporte debe inclinar levemente el generador para insertar por debajo del chasis el soporte en los agujeros indicados en la figura. Como estos equipos vienen probados y con aceite, debe procurar inclinar lo menos posible la máquina. Una vez con el soporte en su agujero, instale y apriete la tuerca por la parte de arriba del soporte.



Instalación de batería

Instale el soporte de batería en el chasis justo debajo del panel de control, el soporte debe quedar hacia afuera del generador.

Conecte el terminal del cable negro al negativo (-) de la batería y apriete perno y tuerca. Luego debe conectar el terminal del cable rojo al positivo (+) de la batería y apriete el perno y tuerca. Fije la batería por la parte superior con la correa incluida.

NEGATIVO
(-)



POSITIVO
(+)

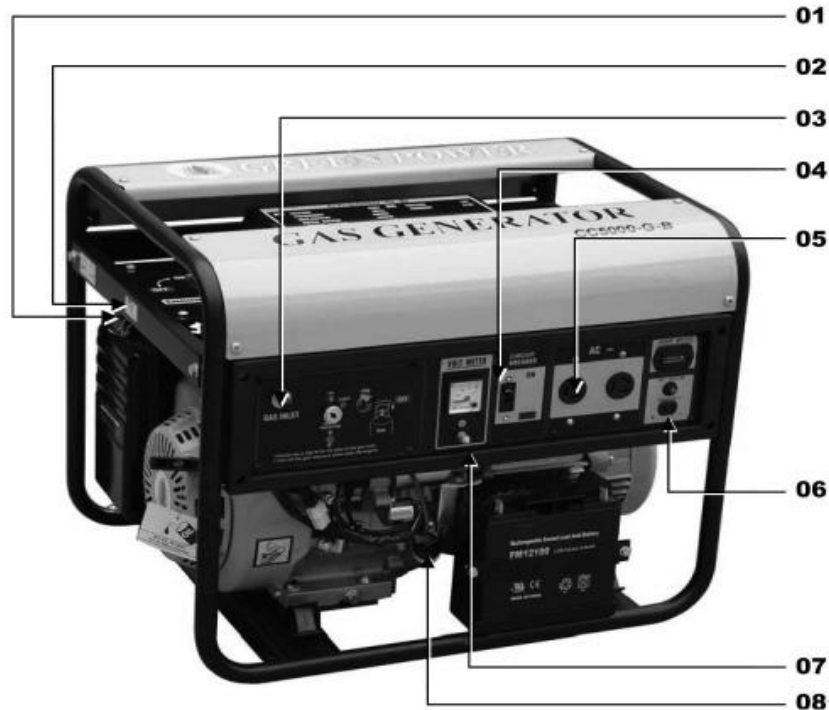


Advertencia!

1. No usar la batería si tiene muestras de filtración de ácido.
2. No conectar la batería con la polaridad inversa.

Chequeos pre-operación

- (1)** La válvula ahogadora debe estar en posición cerrada “CLOSE”.
- (2)** Coloque el selector GLP / GN en la posición correcta según la alimentación.
- (3)** Revise que el suministro de gas esté en buenas condiciones, firme y sin filtraciones.
- (4)** El interruptor automático AC debe estar en posición OFF.
- (5)** No debe haber dispositivos eléctricos conectados. El generador tendrá una partida más difícil en caso que haya dispositivos conectados y encendidos.
- (6)** No debe haber conexión en los terminales DC.
- (7)** El generador debe estar correctamente conectado a tierra.



- (8)** Revisar el nivel de aceite de motor.

Arranque del motor

Paso 1: Abra el suministro de gas LPG o NG según corresponda.

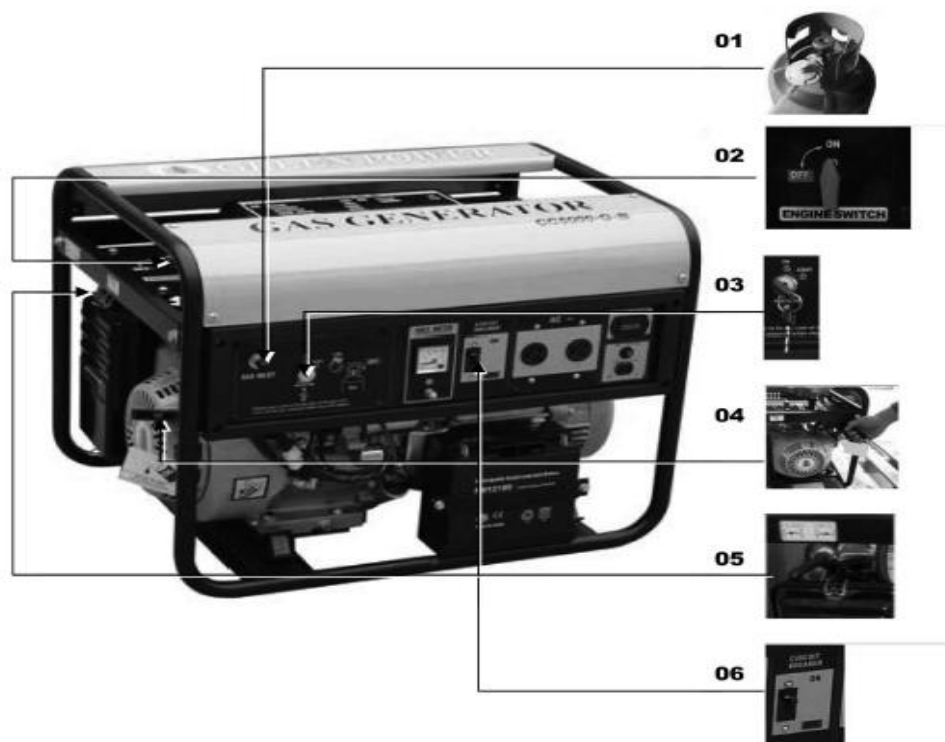
Paso 2: Coloque la llave de paso / interruptor de motor en posición “ON”.

Paso 3: Gire la llave de partida a posición “START”. Si el motor no enciende, suelte la chapa y espere unos 10 segundos antes de dar un segundo intento.

Paso 4: Para usar la partida manual, tire de la manilla suavemente hasta sentir resistencia, luego suelte suavemente la manilla y ahora tire fuertemente y en todo el recorrido para que el motor encienda. Una vez que el motor partió, devuelva suavemente la manilla a su posición original.

Paso 5: Lleve el ahogador a posición abierto “OPEN”.

Paso 6: Coloque el interruptor automático en posición “ON”.



Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Recibos de energía con el costo económico del consumo energético de la Quinta, aquí representamos en 3 recibos seguidos de la empresa de distribución de energía eléctrica UNION FENOSA para observar como varia el consumo de la misma.

Banco ProCredit
Nicaragua

Banco ProCredit S.A.

Sucursal: 01
Caja: N24

Fecha: 26/08/2013 11:28 p.m.
Nro.Trans: 39280

Concepto: Pago del Servicio de Electricidad DISNORTE en Efectivo
Ref. de Cobro: 2232029179
Monto: 261.11

*****COPIA DEL CLIENTE*****

Este Recibo no necesita sello ni firma del cajero

Días Facturados		Mes de la Factura	Consumo	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
30		AGOSTO	REAL	10/08/2013	30/08/2013

Multip.	Consumo (kWh)	Detalle de Facturación	Importe en C\$
1	187	Energía (kWh)	524.93
		Comercialización	24.35
		Subsidio consumo menor 150 kWh	- 283.45
		Subsidio Comercialización menor 1	- 7.51
		Regulación INE	2.59
Total Facturado			261.11
Cuota			0.00
Total a Pagar			261.11

Consumo medio	
Últimos 12 meses	97 kWh/mes
Cálida	7.89

Banco ProCredit
Nicaragua

Banco ProCredit S.A.

Sucursal: 01
Caja: N26

Fecha: 26/08/2014 04:00 p.m.
Nro.Trans: 68253

Concepto: Pago del Servicio de Electricidad DISNORTE en Efectivo
Ref. de Cobro: 2232029191
Monto: 325.22

*****COPIA DEL CLIENTE*****

Este Recibo no necesita sello ni firma del cajero

Días Facturados		Mes de la Factura	Consumo	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
32		AGOSTO	REAL	12/08/2014	01/09/2014

Multip.	Consumo (kWh)	Detalle de Facturación	Importe en C\$
1	121	Energía (kWh)	643.38
		Comercialización	25.64
		Subsidio consumo menor 150 kWh	- 339.95
		Subsidio Comercialización menor 1	- 7.75
		Recargo por Mora	0.69
		Regulación INE	3.21
Total Facturado			325.22
Cuota			0.00
Total a Pagar			325.22

Consumo medio	
Últimos 12 meses	115 kWh/mes
Cálida	9.87

DISNORTE

LA PAZ CAPITAL DE PARAGUAY

Banco ProCredit S.A.

Sucursal: 01

Caja: N24

Fecha: 06/07/2013 02:13 p.m.

Nro. Trans: 35911

Concepto: Pago del Servicio de Agua

Electricidad DISNORTE en Efectivo

Ref. de Cobro: 2232029177

Monto: C\$330.23

*****COPIA DEL CLIENTE*****

Este Recibo no necesita sello ni firma del cajero

3636

ENTREGADO 14 JUN 2013

ENTREGADO

15/06/2013

CIRCUITO: LPC3020

MEDIDOR: 8643540

FACTURA No: F232013061029344

ORDEN DE LECTURA: 2310.33.0040.0292

Días Facturados	Mes de la Factura	Consumo	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
31	JUNIO	REAL	10/06/2013	01/07/2013

Multip.	Consumo (kWh)	Detalle de Facturación	Importe en C\$
1	128	Energía (kWh)	670.71
		Comercialización	24.15
		Subsidio consumo menor 150 kWh	- 360.65
		Subsidio Comercialización menor 1	-7.25
		Regulación INE	3.27
2			

Consumo

Consumo mes
últimos 12 meses

kWh/mes 93

C\$/dia 7.42

Total Facturado	C\$	330.23
Cuota	0/0	C\$ 0.00
Total a Pagar	C\$	330.23

ATENCIÓN AL CLIENTE

125

ESTA FACTURA SOLO TENDRÁ VALIDEZ CON LA AUTENTICIDAD DE LA OFICINA DE COBRO Y NO ACREDITA EL PAGO DE LAS ANTERIORES

Universidad Nacional de Ingeniería

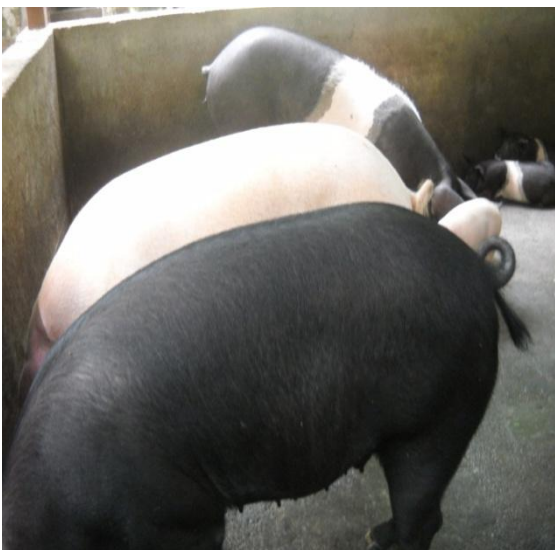
Página 124

Visita técnica realizada a la comunidad La Alcantarilla de la ciudad de Posoltega, a la casa del señor Pablo Isaac Pérez Albenda, donde se encontró un Biodigestor funcionando correctamente, este tenía una capacidad de 3 m³ de volumen, que lo carga diariamente con estiércol de vacas y su fin es generar fuego para ocuparlo en el área de la cocina de consumo doméstico.





Visitas técnicas realizadas constantemente a la Quinta Campo Amor con el objetivo de recolectar heces de los cerdos e información propia de la finca. Así mismo observar la estructura, dimensiones de la chanchera y estado en que se encuentra.



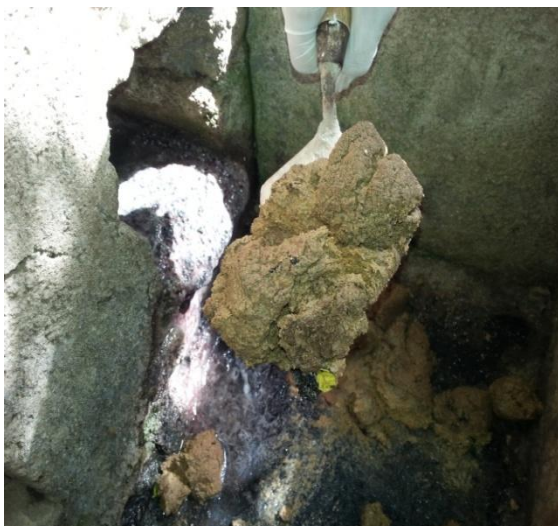


Medición de las dimensiones de la chanchera con el objetivo de confirmar si constaba con los y normas estipuladas por el minsa y de algunos documentos leído en el cual exponían las dimensiones optimas de una chanchera en funcionamiento.





Recolección y pesaje de las heces de cerdos en las diferentes divisiones de la chanchera.





Instalaciones



Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Septiembre							
Chiquero#1 peso de heces en (lbs/por cerdo)						Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	1.75	2.1
2	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
3	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
4	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.25	1.75	
6	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	2	
7	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
8	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
10	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	2	
11	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
12	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	
13	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
14	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
15	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
Total	6.25	5	6.75	6.75	6.5	31.25	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Septiembre										
Chiquero#2 peso de heces en (lbs/por cerdo)									Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	Cerdo#6	Cerdo#7	Cerdo#8	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	1	0.75	1	0.75	1	1	0.75	1	6.50	7.05
2	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
3	1	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1	6.5	
4	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	6	
6	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
7	1	1	0.75	0.75	0.75	1	1	1	7.25	
8	0.75	0.75	1	0.75	1	0.75	0.75	0.75	6.5	
9	1	1	0.75	1	0.75	1	1	1	7.5	
10	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	6	
11	1	1	1	0.75	1	0.75	1	1	7.5	
12	0.75	0.75	1	1	1	1	0.75	0.75	7	
13	1	1	1	0.75	1	1	1	1	7.75	
14	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	6	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Total	13	13.25	13.5	12.75	13.5	13.5	13.25	13	105.75	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Septiembre									
Chiquero#3 peso de heces en (lbs/por cerdo)								Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	Cerdo#6	Cerdo#7	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	0.75	0.5	1.25	1.25	1	1	1.25	7	7.7
2	1	1.25	1	1	1.25	1.25	1	7.75	
3	1.25	1.25	1.25	1.25	1	1.25	1.25	8.5	
4	1.25	1	1	1.25	1	1	1.25	7.75	
5	1	1.25	1.25	1	1	1.25	1	7.75	
6	1.25	1	1	1	1	1	1.25	7.5	
7	1	1	1.25	1.25	1.25	1	1	7.75	
8	1	1.25	1.25	1.25	1	1.25	1	8	
9	1.25	1.25	1	1	1.25	1.25	1.25	8.25	
10	1	1	1.25	1.25	1	1	1	7.5	
11	1.25	1.25	1	1	1	1.25	1.25	8	
12	1	1	1	1	1.25	1	1	7.25	
13	1	1	1.25	1.25	1	1	1	7.5	
14	1	1	1	1.25	1.25	1	1	7.5	
15	1.25	1	1	1	1	1	1.25	7.5	
Total	16.25	16	16.75	17	16.25	16.5	16.75	115.5	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Septiembre							
Chiquero#4 peso de heces en (lbs/por cerdo)						Total de heces al día	
Días	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	4.5	4.5	4.5	5	4.5	23	24
2	5	4.5	5	4.5	5	24	
3	5	4.5	4.5	5	5	24	
4	5	5	5	4.5	4.5	24	
5	5	4.5	4.5	4.5	5	23.5	
6	5	4.5	5	5	5	24.5	
7	4.5	5	5	4.5	4.5	23.5	
8	5	4.5	4.5	5	5	24	
9	4.5	5	5	5	4.5	24	
10	5	4.5	5	5	5	24.5	
11	5	5	4.5	5	5	24.5	
12	5	4.5	5	5	5	24.5	
13	4.5	5	4.5	5	4.5	23.5	
14	5	4.5	5	4.5	4.5	23.5	
15	4.5	5	5	5	5	24.5	
Total	72.5	70.5	72	72.5	72	359.5	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Octubre							
Chiquero#1 peso de heces en (lbs/por cerdo)						Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	2
2	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
3	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	2	
4	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	2	
5	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	2	
6	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	
7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
10	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
11	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	2	
12	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	
13	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	2	
14	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
15	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	
Total	6.5	5.75	6.5	5.75	6.5	31	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Octubre										
Chiquero#2 peso de heces en (lbs/por cerdo)									Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	Cerdo#6	Cerdo#7	Cerdo#8	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	1	1	1	0.75	1	1	1	1	7.75	7.3
2	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
3	1	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1	6.5	
4	0.75	1	1	1	0.75	1	1	0.75	7.25	
5	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75	1	1	7	
6	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
7	1	1	0.75	0.75	0.75	1	1	1	7.25	
8	0.75	0.75	1	0.75	1	0.75	0.75	0.75	6.5	
9	1	1	0.75	1	1	1	1	1	7.75	
10	0.75	1	1	0.75	1	0.75	1	0.75	7	
11	1	1	1	0.75	1	0.75	1	1	7.5	
12	0.75	0.75	1	1	1	1	0.75	0.75	7	
13	1	1	1	0.75	1	1	1	1	7.75	
14	1	1	1	0.75	1	0.75	1	1	7.5	
15	1	1	1	1	0.75	1	1	1	7.75	
Total	13.5	14.25	14	12.75	13.75	13.5	14.25	13.5	109.5	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Octubre									
Chiquero#3 peso de heces en (lbs/por cerdo)								Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	Cerdo#6	Cerdo#7	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	1.25	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	8.5	8
2	1	1.25	1.25	1	1.25	1	1	7.75	
3	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	8.75	
4	1.25	1	1	1.25	1	1.25	1.25	8	
5	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	8.75	
6	1.25	1	1	1	1	1	1.25	7.5	
7	1	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1	8	
8	1	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1	8	
9	1.25	1.25	1	1	1	1	1	7.5	
10	1.25	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	8.5	
11	1.25	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	8.5	
12	1	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1	8	
13	1	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1	8	
14	1	1	1	1.25	1	1.25	1	7.5	
15	1.25	1	1	1	1	1	1.25	7.5	
Total	17.25	16	17.5	17.75	17.5	17.75	17	120.75	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Octubre							
Chiquero#4 peso de heces en (lbs/por cerdo)						Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	5	4.5	5	4.5	5	24	24
2	5	4.5	5	4.5	5	24	
3	5	4.5	4.5	4.5	5	23.5	
4	5	5	5	5	4.5	24.5	
5	5	4.5	4.5	5	5	24	
6	5	4.5	5	4.5	5	24	
7	4.5	5	5	4.5	4.5	23.5	
8	5	4.5	4.5	4.5	5	23.5	
9	5	4.5	5	4.5	5	24	
10	5	4.5	5	4.5	5	24	
11	5	5	5	5	5	25	
12	5	4.5	5	4.5	5	24	
13	4.5	5	5	5	5	24.5	
14	5	4.5	5	4.5	5	24	
15	4.5	5	5	5	5	24.5	
Total	73.5	70	73.5	70	74	361	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Noviembre							
Chiquero#1 peso de heces en (lbs/por cerdo)						Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	2
2	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
3	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	2	
4	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	2	
5	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	2	
6	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	
7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	
10	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
11	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	1.75	
12	0.5	0.5	0.25	0.5	0.25	2	
13	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	2.25	
14	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	1.5	
15	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	2.25	
Total	6.5	5.75	6.5	6	6	30.75	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Noviembre										
Chiquero#2 peso de heces en (lbs/por cerdo)									Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	Cerdo#6	Cerdo#7	Cerdo#8	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	1	0.75	1	0.75	1	1	0.75	1	7.25	7
2	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
3	1	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1	6.5	
4	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	6	
6	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	7.5	
7	1	1	0.75	0.75	0.75	1	1	1	7.25	
8	0.75	0.75	1	0.75	1	0.75	0.75	1	6.75	
9	1	1	0.75	1	0.75	1	1	1	7.5	
10	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	6	
11	1	1	1	0.75	1	0.75	1	1	7.5	
12	0.75	0.75	1	1	1	1	0.75	0.75	7	
13	1	1	1	0.75	1	1	1	1	7.75	
14	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	6	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Total	13	13.25	13.5	12.75	13.5	13.5	13.25	13.25	106	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Noviembre									
Chiquero#3 peso de heces en (lbs/por cerdo)								Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	Cerdo#6	Cerdo#7	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	1.25	1	1.25	1.25	1	1.25	1.25	8.25	7
2	1	1.25	1	1	1.25	1.25	1	7.75	
3	1.25	1.25	1.25	1.25	1	1	1.25	8.5	
4	1.25	1	1	1.25	1	1.25	1.25	7.75	
5	1	1.25	1.25	1	1	1	1	7.75	
6	1.25	1	1	1	1	1	1.25	7.5	
7	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1	8	
8	1	1.25	1.25	1.25	1	1.25	1	8	
9	1.25	1	1	1	1.25	1	1.25	8	
10	1	1	1.25	1.25	1	1.25	1	7.5	
11	1.25	1.25	1.25	1	1	1.25	1.25	8.25	
12	1	1.25	1.25	1	1.25	1.25	1	8	
13	1	1.25	1	1.25	1	1	1	7.75	
14	1	1.25	1	1.25	1.25	1	1	7.75	
15	1.25	1.25	1	1	1	1.25	1.25	1.25	
Total	16.75	17.5	17	17	16.25	17.25	16.75	112	

Estudio Técnico Económico de la Producción de Biogás

Mes de Noviembre							
Chiquero#4 peso de heces en (lbs/por cerdo)						Total de heces al día	
Dias	Cerdo#1	Cerdo#2	Cerdo#3	Cerdo#4	Cerdo#5	peso (lbs)	Promedio de heces al día
1	5	4.5	5	4.5	5	24	24
2	5	4.5	5	4.5	5	24	
3	5	4.5	4.5	4.5	5	23.5	
4	5	5	5	5	4.5	24.5	
5	5	4.5	4.5	4.5	5	23.5	
6	4.5	4.5	5	4.5	5	23.5	
7	4.5	5	5	5	4.5	24	
8	5	4.5	4.5	4.5	5	23.5	
9	5	4.5	5	4.5	5	24	
10	5	4.5	5	4.5	5	24	
11	5	5	5	5	5	25	
12	5	4.5	5	4.5	5	24	
13	4.5	5	5	5	4.5	24	
14	5	4.5	5	5	4.5	24	
15	4.5	5	5	5	5	24.5	
Total	73	70	73.5	70.5	73	360	

Accesorios de la red de gas.



BIBLIOGRAFÍA

- La energía de la biomasa. Francisco Jarabo Friedrich, José Fernández González. Sociedad Anónima de Publicaciones Técnicas, 1999. ISBN 84-86913-04-7.
- [Carpintero, Oscar \(2006\). «Biocombustibles y uso energético de la biomasa: un análisis crítico». *El ecologista* \(49\). ISSN 1575-2712.](#)
- <http://habitat.aq.upm.es/bioc/aocar.html>.
- Ley general de salud N° 423.
- Taller – Biodigestores y Biogás, organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- http://www.viogaz.com/Generacion_electrica_con_biogas.pdf
- Generación de Energía Eléctrica a partir de Biogás - engormix.com
- Biogás.
- La biomasa como bioabono, fertilizantes.
- Diseño y construcción de Biodigestores.
- Desechos de biomasa como metano.
- Visita Técnica a Posoltega Comunidad El Tanque a Biodigestor del señor Pablo Pérez.
- Catálogo de generadores a base de gas, Power-pro.
- Tecnosol.com
- www.tubal.com
- www.dimaco.com